
Technická univerzita v Liberci

FAKULTA PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ a PEDAGOGICKÁ

Katedra: KATEDRA PEDAGOGIKY a PSYCHOLOGIE

Studijní program: B7507 Specializace v pedagogice

Studijní obor: UČITELSTVÍ ODBORNÝCH PŘEDMĚTŮ

**POROVNÁVÁNÍ VYBRANÝCH UČEBNIC
FYZIKY
COMPARISON OF PHYSICS TEXTBOOKS**

Bakalářská práce: 12-FP-KPP- 06

Autor:
VÁCLAV MÁLEK

Podpis:

.....

Vedoucí práce: doc. PaedDr. Petr Urbánek, Ph.D.

Konzultant:

Počet

stran	grafů	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
43	0	8	13	12	10

V Liberci dne:

Místo pro vložení originálního zadání BP

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Václav Málek**
Osobní číslo: **P10000938**
Studijní program: **B7507 Specializace v pedagogice**
Studijní obor: **Učitelství odborných předmětů**
Název tématu: **Porovnání učebnic fyziky**
Zadávající katedra: **Katedra pedagogiky a psychologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- Cíl: porovnat vybrané parametry učebnic fyziky na SOŠ
- Požadavky: orientace v odborné literatuře k tématu, studium metodologie, analýza textu
- Metoda: obsahová analýza

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

GAVORA, Peter. Výzkumné metody v pedagogice : Příručka pro studenty, učitele a výzkumné pracovníky

1. vyd. Brno : Paido, 1996 130 s. ISBN 80-85931-15-X

PRŮCHA, Jan. Učebnice: teorie a analýza edukačního média : příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky

Brno : Paido, 1998 148 s. ISBN 80-85931-49-4

PRŮCHA, Jan. Teorie, tvorba a hodnocení učebnic : Studijní příručka

2. vyd. Praha : ÚÚVPP, 1989 118 s.

MAŇÁK, Jan, JANÍK, Tomáš, ŠVEC, Vlastimil. Kurikulum v současné škole

1. vyd. Brno : Paido, 2008 127 s. ISBN 978-80-7315-175-1

MAŇÁK, Jan, KLAPKO, Dušan. Učebnice pod lupou

Brno : Paido 2006 123 s. ISBN 80-7315-124-3

Vedoucí bakalářské práce:

doc. PaedDr. Petr Urbánek, Ph.D.

Katedra pedagogiky a psychologie

Datum zadání bakalářské práce: **30. dubna 2012**

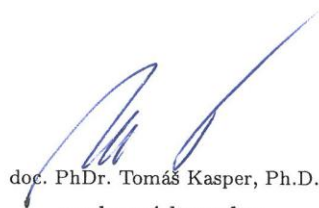
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2013**



doc. RNDr. Miroslav Brzezina, CSc.

děkan

L.S.



doc. PhDr. Tomáš Kasper, Ph.D.

vedoucí katedry

V Liberci dne 30. dubna 2012

Porovnávání vybraných učebnic fyziky

Anotace

Bakalářská práce má za cíl zabývat se analýzou učebnic fyziky pro střední školy. Hlavní důraz je kladen na zjištění způsob optimálního použití učebnice při výuce, porovnání několika typů učebnic. V teoretické části porovnává a srovnává klady a zápory jednotlivých učebnic z různých úhlů pohledu. Z pohledu edukačního prostředku použitého při výuce, tak z hlediska struktury učebnice. Následně jsou učebnice porovnány a vyhodnoceny. Práce má za cíl pomoci při výběru vhodné učebnice pro vyučování fyziky.

Klíčová slova: učebnice fyziky, fyzika, mechanika,

Comparison of physics textbooks

Annotation

This thesis aims to deal with the analysis of physics textbooks for secondary schools. The main emphasis is on finding the optimal way to use textbooks in the classroom, a comparison of several types of textbooks. In the theoretical section compares and compares the pros and cons of textbooks from different angles. From the perspective of educational resource used in teaching and in terms of the structure of the textbook. Subsequently textbooks compared and evaluated.

The work aims to help in the selection of suitable textbooks for teaching physics.

Keywords: textbook physics, physics, machanics

Čestné prohlášení

Název práce: Porovnání učebnic Fyziky
Jméno a příjmení: autora: Václav Málek
Osobní číslo: P10000938

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo.

Prohlašuji, že má bakalářská práce je ve smyslu autorského zákona výhradně mým autorským dílem.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Prohlašuji, že jsem do informačního systému STAG vložil elektronickou verzi mé bakalářské práce, která je identická s tištěnou verzí předkládanou k obhajobě a uvedl jsem všechny systémem požadované informace pravdivě.

V Liberci dne: 19. 06. 2013

Václav Málek

Poděkování

Nejvíce bych rád poděkoval doc. PaedDr. Petr Urbánkovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultace, díky kterým mohla vzniknout tato práce. Mé poděkování patří také těm, kteří mi pomohli při korektuře textu.

V neposlední řadě děkuji svým rodičům za trpělivost a velkou podporu v průběhu mého studia. Poděkování patří těm, kteří se i minimální měrou podílely, radou nebo připomínkou přestože zde nejsou jmenováni.

Obsah

1. Úvod.....	8
1.1. Cíle a volba učebnice fyziky	8
1.2. Výběr učebnice	8
1.3. Předmět fyzika na středních školách	9
2. Učebnice fyziky pohledem edukačního procesu	10
2.1. Teoretické způsoby použití učebnice	10
2.2. Učebnice objektem kurikulárního projektu	11
2.3. Učebnice jako prostředek	11
3. Popis využití učebnice.....	12
3.1. Pojem učebnice.....	12
3.2. Učebnice v procesu vyučování a učení.....	13
4. Funkce učebnice.....	15
4.1. Funkce a struktura učebnic	15
4.2. Komponenty vytvářející strukturu učebnice.....	17
5. Výzkum učebnic.....	19
5.1. Zkoumání učebnic	20
5.2. Proč se učebnice zkoumají	20
6. Použití a porovnání informací z učebnice a z jiných zdrojů	21
6.1. Vědecké poznatky ve fyzice	21
6.2. Informace z internetu a z učebnice	22
7. Metody výzkumu učebnic, didaktická vybavenost	23
7.1. Měření obtížnosti textu.....	23
7.2. Využití aparátu prezentace učiva.....	35
7.3. Využití aparátu řídicího učení	36
7.4. Přehled údajů o porovnávaných učebnicích	38
7.5. Počet a porovnání zastoupení jednotlivých komponentů	39
8. Výsledky a diskuse.....	41
8.1. Závěr vyhodnocení	41
9. Závěr.....	42
Seznam použité literatury :	43
Seznam příloh:	44

Seznam obrázků v textu:

- Obr.1. Schéma učebního systému (Průcha, 1998, s.13)
- Obr.2. Didaktické prostředky (Dostál, 2008)
- Obr.3. Obecný model struktury učebnice (Průcha, 1998)
- Obr.4. Model učebnice fyziky (Bednařík, 1981)
- Obr.5. Předmět výzkumu učebnic (formálně upr. podle Průcha, 1998, s.43)
- Obr.6. Lepil:Fyzika SŠ
- Obr.7. Štoll:Fyzika SOU
- Obr.8. Lepil:Fyzika
- Obr.9. Štoll:Fyzika

Seznam tabulek v textu:

- Tabulka č.1 Příklady: NORMY OBTÍŽNOSTI TEXTU UČEBNIC (Průcha, 1989, s. 64)
- Tabulka č.2 Výběr z tabulky porovnání obtížnosti matematiky a fyziky (Průcha, 1989, s. 98)
- Tabulka č.3 Vypočtené hodnoty z celkového součtu pěti částí textu
- Tabulka č.4 Obtížnost textu po jednotlivých kapitolách Fyzika pro SŠ
- Tabulka č.5 Obtížnost textu po jednotlivých kapitolách Fyzika pro SOŠ, SOU
- Tabulka č.6 Údaje pro jednotlivé kapitoly Fyzika pro SŠ
- Tabulka č.7 Údaje pro jednotlivé kapitoly Fyzika pro SOŠ, SOU
- Tabulka č.9 Aparát prezentace učiva v učebnicích (Průcha, Učebnice, 1998)
- Tabulka č.10 Aparát řídící učení v učebnicích (Průcha, Učebnice, 1998)
- Tabulka č.11 Aparát prezentace učiva v učebnicích (Průcha, Učebnice, 1998)
- Tabulka č.12 Aparát řídící učení v učebnicích (Průcha, 1998)
- Tabulka č.12 Hodnoty jednotlivých koeficientů didaktické vybavenosti
- Tabulka č.13 Rozsah: Úvod do Fyziky - Mechanika tuhého tělesa

1. Úvod

1.1. Cíle a volba učebnice fyziky

Cílem bakalářské práce je porovnat a vybrat vhodné učebnice fyziky, navrhnout a realizovat metody sloužící k porovnání učebnic. Téma věnující učebnicím fyziky jsem vybral z toho důvodu, že ze znalostí a používaných vztahů ve fyzice, se vychází v dalších odborných předmětech na středních odborných školách. Nejen na strojních průmyslových školách, ale také na školách elektrotechnických, dopravních a stavebních. S důležitými informacemi použitými ve fyzice se setkáváme v předmětech mechanika, části strojů, stavba a konstruování strojů, technologie, materiály, tváření kovů. Na dobrém pochopení fyzikálních procesů závisí pochopení učiva v odborných předmětech.

1.2. Výběr učebnice

Vhodnou učebnici fyziky vybírají učitelé na základě vlastních zkušeností a znalostí. Význam problematiky výukových materiálů není dán jen jejich nezastupitelnou funkcí ve výuce, ale zejména značným rozvojem technických prostředků a od nich se odvíjejících moderních výukových technologií. Současně relativně snadná dostupnost těchto technologií vytváří nebývalý prostor pro samostatnou a přímou realizaci výukových materiálů učitelem. Ještě před 50. lety měl učitel k dispozici jako výukové materiály jen učebnici, nástěnné obrazy nebo pomůcky pro demonstrační experimenty a poměrně malý výběr výukových filmů. Ty byly vyráběny centrálně ve filmových studiích a školám byly poskytovány sítí půjčoven školních filmů. V menší míře se ve výuce uplatňovala i projekce ucelených souborů statických obrazů na filmovém pásu – diafilmů. Teprve na konci 60. let se staly výraznou novinkou možnosti, které byly spojeny s vybavováním škol zpětnými projektory a brzy na to i videorekordéry, popř. další televizní technikou. (Lepil, 2010a)

Vývoj výukových materiálů jde stále dopředu a vyvíjí se spolu s moderní technikou. Do vyučování zasáhlo využití počítačů a interaktivních tabulí při vizualizaci fyzikálních dějů ať už jde o pohyb těles v mechanice, kinematice nebo dynamice a dalších oborech fyziky. Pokud si však uvědomíme pochopení fyzikálního děje z hlediska didaktického se největší důraz klade na experiment, který dokonale vystihne a pomůže při pochopení fyzikálního problému. Žák má možnost na experimentu se podílet.

1.3. Předmět fyzika na středních školách

O čem pojednává fyzika? Odpověď na tuto otázku není jednoduchá. Úplnější výklad najdete v každé obsáhlejší učebnici fyziky nebo v naučném slovníku.

Původně fyzika shromažďovala všechny poznatky o přírodě, byla to vlastně jediná přírodní věda. Však také název fyzika pochází od řeckého slova „fysis“, což znamená příroda. S novými poznatky o přírodě se pak od fyziky postupně oddělovaly např. astronomie, chemie, biologie, a řada dalších přírodních věd. Současná fyzika zkoumá nejobecnější zákonitosti přírody, které platí pro přírodu živou i neživou, pro všechna tělesa kolem nás, pro každou částici těchto těles, pro naši Zemi a celou sluneční soustavu, pro celý vesmír. Zkoumá např. mechanické pohyby, strukturu látek z nichž jsou tělesa složena, tepelné a elektrické jevy, elektromagnetické děje. Vysvětluje řadu jevů známých z každodenního života, např. let ptáků, vznik blesku, šíření zvuku a světla.

Fyzikální poznatky se uplatňují v chemii, astronomii, biologii, lékařství a prakticky ve všech oborech techniky. Chemie např. využívá poznatky z atomové fyziky, astronomie poznatky z mechaniky, optiky a elektromagnetismu, biologie a medicína pracuje s nejrůznějšími elektrickými a optickými přístroji.

Fyzikální poznatky se ve velké míře uplatňují v technice. Uvedme např. osobní automobil. Karosérie má takový tvar, aby proud vzduchu při jízdě byl co nejmenší. Spalovací motor auta je zkonstruován na základě zákonů termodynamiky. Se znalostmi z oblasti elektrických zákonů je zapojena elektrická síť automobilu, která zajišťuje startování a nabíjení akumulátorové baterie, zapalování směsi ve válcích motoru, činnost stěračů, svícení reflektorů. Řidič při jízdě automobilem také musí respektovat fyzikální zákony. Musí vědět, že na kluzké vozovce bude mít automobil delší brzdovou dráhu, v zatáčce působí odstředivá síla.

(Lepil, 2010a)

V dnešní moderní době není jednoduché zaujmout žáky pro tak důležitý a na pochopení náročný předmět jako je fyzika. Fyzika patří do kategorie nepopulárních předmětů na středních školách v České republice (Hofer, 1999). Lidé, kteří pracují ve fyzice věří, že fyzika je velmi zajímavá a užitečná věda, ale většina studentů by nesouhlasila. Podle mého názoru, je to částečně způsobeno učebnicemi fyziky, zejména když je učitelé používají jako jediný zdroj pro přípravu výuky. Nabídka učebnic fyziky pro základní tak i pro se střední školy se zlepšuje, což dokazují další přepracovaná vydání učebnic dnes už i s přiloženým DVD.

Vývoj výukových materiálů jde stále dopředu a vyvíjí se spolu s moderní technikou. Do vyučování zasáhlo využití počítačů a interaktivních tabulí při vizualizaci fyzikálních dějů ať už

jde o pohyb těles v mechanice, kinematice nebo dynamice a dalších oborech fyziky. Pokud si však uvědomíme pochopení fyzikálního děje z hlediska didaktického se největší důraz klade na experiment, který dokonale vystihne a pomůže při pochopení fyzikálního problému. Žák má možnost na experimentu se podílet.

2. Učebnice fyziky pohledem edukačního procesu

2.1. Teoretické způsoby použití učebnice

Podle názoru běžných lidí představuje školní učebnice knížku, která je vybavena barevnými ilustracemi, z níž se žáci a studenti mají učit v jednotlivých předmětech. Čím je učebnice barevnější a vizuálně atraktivnější tím více se jeví jako vhodnější pro žáky. Školní učebnice je považována za prostředek důležitý pro vzdělávací proces, avšak nahlížíme na ní jako na věc praktickou, rutinní a příliš obyčejnou, než aby se jí bylo nutno věnovat ze strany vědy. V důsledku tohoto postoje se didaktická teorie a výzkum až donedávna nezabývaly soustavně exaktně školní učebnicí, její strukturou, vlastnostmi a fungováním. Didaktická teorie se většinou omezovala na vytyčování postulátů o tom, co mají učebnice splňovat, především zásadu názornosti a přiměřenosti textu, avšak bez hlubší analýzy. Protože neexistovala soustavná teorie a hodnocení učebnic. V důsledku neexistence soustavné teorie a exaktní metody analýzy učebnic, bylo konstruování a hodnocení učebnic ponecháno intuitivním a zkušenostně založeným postupům. Odborníci z příslušného vědního oboru a z didaktiky příslušného předmětu, někdy i ve spolupráci se zkušenými učiteli, posuzovali to, zda určitá nová učebnice je správná po věcné stránce a vhodná pro určitý ročník školy. Objektivní evaluace se však neprováděla. Významný obrat nastal až od 60. – 70. let, kdy se začaly v zahraničí vytvářet základy vědecké teorie učebnic a spolu s tím byly prováděny empirické výzkumy vlastností a fungování učebnic. (Průcha, 1998, s.12)

Je nutno nahlížet na učebnice nejen co do obsahu a cílů vzdělávání, tedy v souladu s kurikulárními projekty, ale též ve vztahu k vlastnostem a fungování jiných, konkurujících didaktických prostředků. Toto hledisko je zvláště důležité v současné době stále dokonalejších technických prostředků pro učení a vyučování, jakými jsou zejména různá audiovizuální media. Pro vzdělávací účely jsou nabízeny četné programy zejména pro výuku cizích jazyků, ale i pro jednotlivé vyučovací předměty. Tyto programy uplatňují multimediální prezentaci, spojující text s vizuálními a zvukovými prostředky informace. Dnes české školy mohou

využívat multimediální programy, na nichž jsou instalovány slovníky, gramatické a konverzační příručky pro angličtinu nebo němčinu, ale také encyklopedické příručky. Tyto elektronické učebnice jsou vsutku atraktivní a ve srovnání s tištěnými učebnicemi se mohou jevit jako nesrovnatelně dokonalejší. Obvykle jsou členěny na část výkladovou, procvičovací a testovací. V porovnání s těmito technickými vymoženostmi multimediálních výukových programů se může zdát klasická tištěná učebnice jako zastaralý didaktický prostředek. To si v souvislosti se začleňováním počítačů do výuky představovalo několik pedagogických odborníků v zahraničí i u nás. K vytlačení tištěných učebnic ze školní výuky však nejenže nedošlo, ale naopak lze dnes pozorovat jejich renesanci i v tak technicky vyspělých zemích jako jsou USA. (Průcha, 1998, s.15)

2.2. Učebnice objektem kurikulárního projektu

Při vymezování obsahu učiva lze konstatovat, že posloupnost učiva není v učebnicích závazná. Vymezuje se tzv. podstatné učivo a rozšiřující učivo pro jednotlivé předměty a ročníky školy. Z toho plyne několik důsledků ve vztahu k učebnicím. Pro autory vzniká problém, v jaké míře začleňovat do učebnice také rozšiřující učivo či jeho výběr a prezentaci ponechat pouze na učitelích. Samotní učitelé rozhodují o tom, jak dalece budou respektovat posloupnost učiva, které je prezentováno učebnicí. (Průcha, 1998, s.14) Uvedený vzdělávací program ale předpokládá, že žáci mají získat dovednost s učebnicemi zacházet, orientovat se v jejich textu. Součástí hodnotících kritérií je např. dovednost žáka základní školy pracovat s učebnicí.

Dokumenty kurikula určují tvorbu učebnic, musí se svým obsahem respektovat jejich hodnotovou orientaci a směr.

2.3. Učebnice jako prostředek

Učebnice jsou důležitým didaktickým prostředkem. Proto jsou také v centru pozornosti pedagogických výzkumných pracovníků u nás a zejména v zahraničí. V našich podmínkách je výzkum učebnic doménou zejména kvalifikačních prací (diplomových, disertačních i habilitačních), v zahraničí se výzkumem učebnic zabývají celé ústavy (Průcha, 1998, s.31). Absenci

a zároveň velkou potřebu výzkumu učebnic dokazuje současný trh učebnic v České republice, kde se objevuje dost učebnic.

Novou učebnici je třeba nejprve testovat a poté teprve distribuovat (stejně jako každý jiný výrobek), viz doporučení pro autory a posuzovatele učebnic (Průcha, 1998, s.122). V současnosti je skromný pedagogický výzkum v Čechách soustředěn především na odborné hodnocení učebnic dle nejrůznějších kritérií, nejčastěji podle didaktické vybavenosti. Je třeba si uvědomit, že didaktická vybavenost je pouze jednou z mnoha vlastností učebnic.

3. Popis využití učebnice

3.1. Pojem učebnice

V Pedagogickém slovníku (Průcha, Walterová, Mareš, 2001, s. 258) nacházíme vymezení učebnice: „Druh knižní publikace uzpůsobené k didaktické komunikaci svým obsahem a strukturou. Má řadu typů, z nichž nejrozšířenější je školní učebnice. Ta funguje: 1. jako prvek kurikula, tj. prezentuje výsek plánovaného obsahu vzdělávání, 2. jako didaktický prostředek, tj. je informačním zdrojem pro žáky a učitele, řídí a stimuluje učení žáků.“

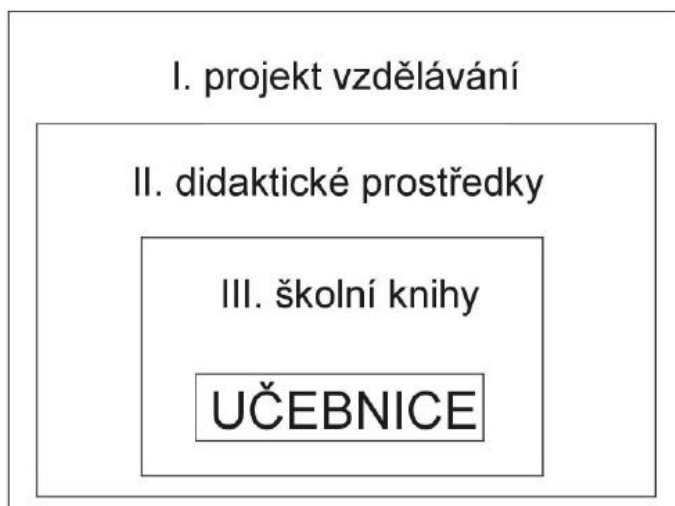
„Učebnice vychází z obsahové normy učebních osnov a vymezuje a konkretizuje obsah a rozsah učiva daného vyučovacího předmětu v daném postupném ročníku.“

(Wahla, 1983, s.12)

„Učebnice neboli typický didaktický text je verbálně obrazový informační celek se specifickými didaktickými funkcemi a se specifickými vlastnostmi, jsou tak považovány za nejdůležitější složku vzdělávacích procesů“ (Průcha, 1987, s.45)

„Učebnice: Prostředek vyučování a učení v knižní formě, ve kterém jsou určitá odborná témata a okruhy daného předmětu metodicky uspořádány a didakticky utvářeny tak, že umožňují učení...“ (Meyers, 1988, s.259)

Vymezení pojmu učebnice závisí na tom, z jakého pohledu budeme na ni nahlížet.



Obr.1 Schéma učebního systému (Průcha, 1998, s.13)

Učebnice jsou součástí kurikulárních projektů nazývaných u nás vzdělávací programy, to jsou dokumenty normativního typu, které obsahují většinou učební plán určitého druhu či stupně školy, formulují cíle vzdělávání celkově či v jednotlivých předmětech a hlavně vymezují obsahy vzdělávání v podobě učebních osnov. Vzdělávací programy přitom počítají s existencí příslušných učebnic a důsledky ve vztahu k učebnicím

3.2. Učebnice v procesu vyučování a učení

Učebnice jako výukový materiál má nejdelší historii a i v době nástupu nových výukových technologií má stále svoje nezastupitelné místo v edukačním procesu. Na rozdíl od jiných knižních publikací jsou na učebnici kladené specifické požadavky, které určují nejen obsahovou stránku knihy, ale i její celkovou strukturu, členění textu, využití obrazového materiálu, typografické zpracování textu apod. Tyto požadavky vyplývají z funkce učebnice, kterou v obecném pojetí vymezuje pedagogická teorie. (Průcha, 1998, s.13)

- kurikulární projekt,
- zdroj obsahu vzdělávání pro žáky,
- didaktický prostředek pro učitele.

vymezit funkci učebnice v přírodovědném vzdělávání:

- určit strukturní prvky učebnice

- stanovit kriteria pro výběr učebnice
- zhodnotit postavení učebnice s ohledem na nové výukové technologie
- provést výběr doplňující literatury pro učitele a žáka

Učebnice s jejíž pomocí se žáci učí, má v naší zemi i jinde ve světě nejdelší tradici a i v době nových technologií má své nenahraditelné místo v edukačním procesu. Učebnice je specificky uspořádána k dokonalému pochopení vykládané látky při vyučování.

Učebnice je kurikulárním projektem označována proto, že je realizací určitého didaktického systému, který je obvykle vymezen jen na obecné úrovni jako určitá idea kurikula. Učebnice se stává jedním ze základních konstruktů, který můžeme chápat jako celkový model výuky zahrnující nejen obsah učiva, ale i jeho uspořádání do ucelené struktury.

Funkce učebnice jako zdroje obsahu výuky vyplývá ze základního úkolu oborové didaktiky, kterým je transformace vědeckého poznání do sdělitelné podoby.

(Lepil, 2010b, s. 14)

Průcha dělí vlastnosti učebnic na:

- a) komunikační
- b) obsahové
- c) ergonomické

Vlastnosti učebnice (Průcha, 1998, s. 44)

- a) Komunikační parametry : „Jsou to vlastnosti vyjadřovacích prostředků učebnice, které určují stupeň sdělitelnosti jejího obsahu pro uživatele. Jde především o žáky, kterým mají zprostředkovat důležité operace. Mezi důležité verbální prostředky patří jazykové a stylové charakteristiky textu, dále jsou to obrazové prostředky, zprostředkovávající – schémata, grafy, fotografie.
- b) Obsahové: Odrážejí kvalitativní parametry učebnice. Analýza jakou má strukturu, návaznost, vzdělávací obsah, závislost na vzdělávacích osnovách a programech.
- c) Ergonomické : parametry jsou dány např. druhem a velikostí písma, využitím barev, grafickými symboly orientující žáka při používání učebnice

Rozdělení:

- učebnice - nejpodstatnější výkladový text
- cvičebnice - pracovní knihy, pracovní sešity, pracovní listy
- slabikář - školní kniha se specifickými vlastnostmi

-
- čítanky a sborníky - čítanky pro literární výchovu, zpěvníky, sbírky úloh a cvičení
 - příručky - přehledy učiva, tabulky, slovníky
 - atlasy a mapy - geografické, historické

 - Učebnice je školní pomůcka, která obsahuje pro žáka nové učivo, cvičení, otázky a úkoly, zpracované didakticky a s ohledem na cíle výchovy a vyučování a na zvláštnosti učících se osob

4. Funkce učebnice

4.1. Funkce a struktura učebnic

Funkcí učebnice se rozumí role, předpokládaný účel, který má tento didaktický prostředek plnit v reálném edukačním procesu. (Průcha, 1998, s. 19)

V didaktické teorii se na učebnici klade řada postulátů, podle nichž by se tento didaktický prostředek měl stávat prostředkem řízení edukačního procesu. Většina učebnic tuto roli plnit nemůže, neboť jim v tom brání zejména nevyhovující zpracování. (Maňák, 1994, s. 80) V teorii učebnice se na funkce učebnic nahlíží ve vztahu k subjektům, které učebnice využívají. Rozlišuje se:

- **Funkce učebnic pro žáky:** Učebnice jsou pramenem, z nichž se žáci učí, osvojují si nejen určité poznatky, ale i jiné složky vzdělání (dovednosti, hodnoty, normy, postoje)
- **Funkce učitele pro učitele:** Učebnice jsou pramenem, s jehož využitím učitelé plánují obsah učiva, ale i přímou prezentaci tohoto obsahu ve výuce, hodnocení vzdělávacích výsledků žáků.

Dosud nejpodrobnější klasifikaci funkcí učebnice vypracoval ruský odborník D.D. Zujev v školní knize Školnyj učebnik (1983, slovenský překlad 1988)

Zujev se spolupracovníky uplatňoval tzv. funkčně strukturální analýzu a s využitím psychologické teorie učení podle N.F. Talyzinové (1978) rozlišil těchto 8 funkcí:

Funkce učebnice (taxonomie podle D.D. Zujeva, které uvádí Průcha, 1998)

- **Informační funkce:** Spočívá v tom, že učebnice vymezuje obsah vzdělávání v určité předmětu či oboru vzdělávání, a to i pokud jde o rozsah a dávkování informací určených k osvojování pro žáky.

-
- **Transformační funkce:** Je dána tím, že učebnice poskytuje přepracování (didaktickou transformaci) odborných informací z určitého vědního oboru, z určité technické či jiné oblasti tak, aby tyto transformované informace byly přístupné žákům.
 - **Systematizační funkce:** Učebnice rozčleňuje učivo do jednotlivých ročníků či stupňů školy a vymezuje také posloupnost jednotlivých částí učiva.
 - **Zpevňovací a kontrolní funkce:** Učebnice umožňuje žákům pod vedením učitele osvojovat si určité poznatky a dovednosti, procvičovat je (upevňovat) a eventuálně i kontrolovat (pomocí úkolů) jejich osvojení.
 - **Sebevzdělávací funkce:** Učebnice stimuluje žáky k samostatné práci s učebnicí
 - **Integrační funkce:** Učebnice poskytuje základ pro chápání a integrování těch informací, které žáci získávají z různých jiných pramenů.
 - **Koordinační funkce:** Učebnice zajišťuje koordinaci při využívání dalších didaktických prostředků, které na ni navazují.
 - **Rozvojově výchovná funkce:** vytváření rysů „harmonicky rozvinuté osobnosti žáků (tj. např. k formování estetického vkusu)

Podle (Průcha, 1998) uvádí D.D. Zujev a další odborníci chápou tyto funkce učebnice jako komplex, který se v konkrétní učebnici může realizovat v odlišné intenzitě a v odlišném rozsahu. Tedy míra zastoupení jednotlivých funkcí může být v učebnicích nestejná, např. v závislosti na stupni školy, vyučovacím předmětu. Tak např. uplatnění, sebevzdělávací funkce je závislé na samotném typu učebnice: V učebnicích klasického typu není tato funkce natolik zastoupena jako v učebnicích smíšeného typu (tj. učebnice kombinované s cvičebnicí) nebo jako v programových učebnicích.

Ve fyzice je v učebnici popsáno vysvětlení fyzikálního jevu, následuje vysvětlení vzorců používaných při výpočtech. V učebnicích jsou uvedeny příklady, na kterých má možnost žák procvičit své dovednosti a znalosti.

Obvyklý postup při výpočtu příkladů: Pochopení zadání příkladu. Zápis zadaných veličin a hledaných veličin. Napsání základní výchozí rovnice pro řešení příkladu. Provedení obecného řešení příkladu. Jinými slovy, úpravou, kombinací a zpracováním rovnic najít obecné řešení. Dosazení číselných hodnot, provedení rozměrové kontroly, napsání výsledku se správnými jednotkami. Zakončení řešení slovní odpovědí.

DIDAKTICKÉ PROSTŘEDKY

NEMATERIÁLNÍ PROSTŘEDKY

- VYUČOVACÍ METODY
- ORGANIZAČNÍ FORMY
- DIDAKTICKÉ ZÁSADY
- PEDAGOGICKÉ MISTROVSTVÍ

MATERIÁLNÍ PROSTŘEDKY

- UČEBNÍ POMŮCKY
- DIDAKTICKÁ TECHNIKA
- ŠKOLNÍ ZAŘÍZENÍ
- VYBAVENÍ EDUKÁTORA
a EDUKANTA

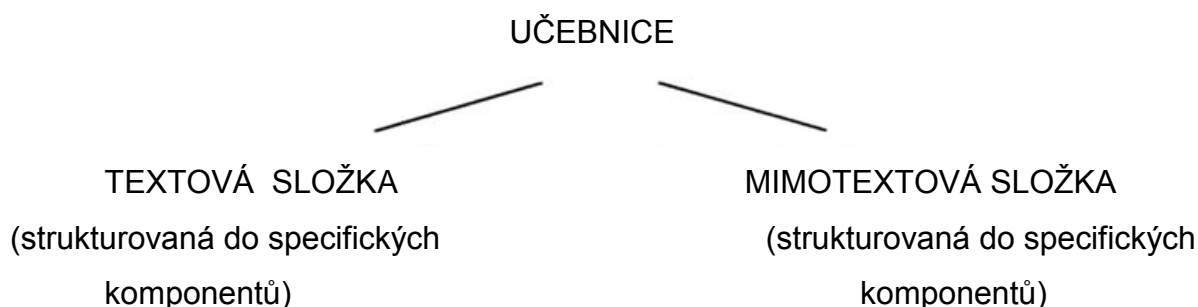
Obr.2. Didaktické prostředky (Dostál, 2008)

V ČR se v odborné terminologii pracuje velmi často s výrazy učební text, knižní učební pomůcka nebo školní kniha. Z toho jednoznačně vyplývá, že učebnice je jedním druhem didaktických textů a je zpravidla zpracována jako kniha. Za didaktický text se považuje každý text, který je zkonstruován tak, aby byl nosičem didaktické informace. (Průcha, 1998).

4.2. Komponenty vytvářející strukturu učebnice

Strukturním komponentem školní učebnice je určitý blok prvků, který je v těsném vzájemném vztahu s jinými komponenty učebnice (s nimiž v souhrnu vytváří celistvý systém, má přesně vymezenou formu a své funkce realizuje pomocí svých vlastních prostředků).

Obecný model struktury učebnice je vyjádřen schématem:



Obr.3. Obecný model struktury učebnice (Průcha, 1998)

A. VÝKLADOVÉ SLOŽKY

1. Výkladový text	2. Doplnující text	3. Vysvětlující text
1.1 výchozí text	2.1 úvodní text	3.1 vysvětlivky
1.2 objasňující text	2.2 text určený k četbě	3.2 text k obrázkům
1.3 popis pokusu	2.3 dokumentační text	
1.4 základní text		
1.5 aplikační text		
1.6 shrnující text		
1.7 přehled učiva		

B. NEVÝKLADOVÉ SLOŽKY

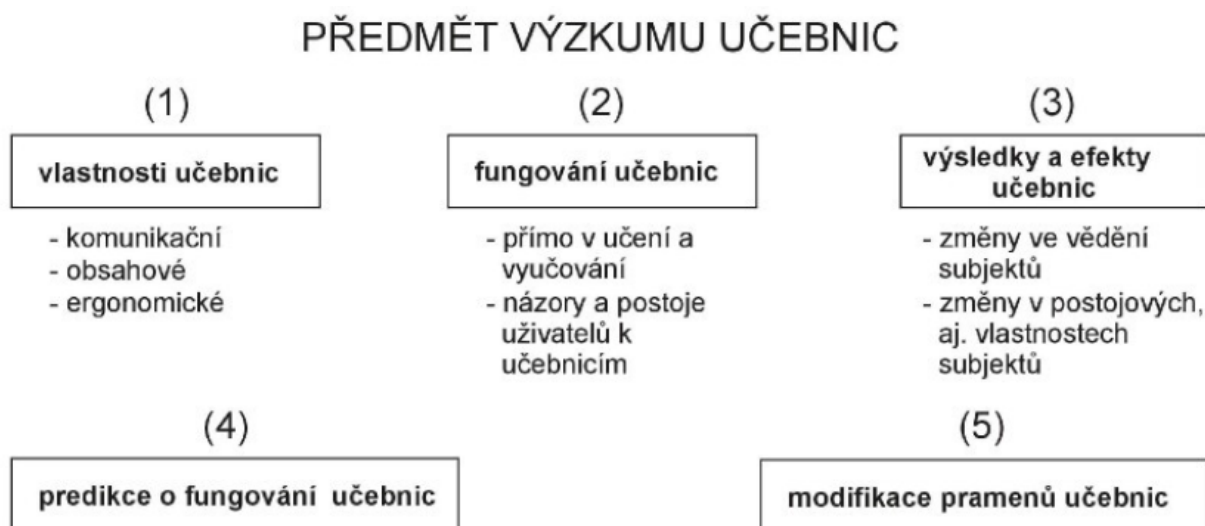
1. Procesuální aparát	2. Orientační aparát
1.1 otázky a úkoly k zpevnění vědomostí	2.1 nadpisy
1.2 otázky a úkoly vyžadující aplikaci vědomostí	2.2 výhmaty
1.3 otázky a úkoly k osvojení vědomostí	2.3 odkazy
1.4 návody k pokusům	2.4 grafické symboly
1.5 pokyny k činnosti	2.5 rejstříky
1.6 odpovědi a řešení	2.6 obsah
3. Obrazový materiál	
3.1 obrazy nahrazující věcný obsah výkladových komponentů	
3.2 obrazy rozvíjející věcný obsah výkladových komponentů	
3.3 obrazy doplňující věcný obsah výkladových komponentů	

Obr.4. Model učebnice fyziky (Bednařík, 1981)

V Bednaříkově modelu je každý z uvedených 15 prvků výkladové složky a 18 prvků nevýkladové složky podrobně vymezen, a to z hlediska své náplně a své funkce. Tato taxonomie byla autorem aplikována k identifikaci jednotlivých prvků v tehdejších československých a zahraničních učebnicích fyziky. Na základě toho bylo možno stanovit rozsah strukturních prvků pro účely srovnávací analýzy těchto učebnic. Bednařík (1981)

vyvodil ze svých empirických zjištění důležitý teoretický pojem didaktická hodnota učebnic, jenž má vysokou závažnost pro evaluace učebnic.

5. Výzkum učebnic



Obr.5. Předmět výzkumu učebnic (formálně upr. podle Průcha, 1998, s. 43)

„Jak je ze schématu patrné, předmětem výzkumu může být buď samotná učebnice se svými vlastnostmi (1) nebo učebnice začleněná do procesů učení a vyučování (2) nebo učebnice projevující se určitými vzdělávacími výsledky a efekty (3). V praxi výzkumu se jedná často o kombinované přístupy a žádoucí je samozřejmě nahlížet na učebnice ve všech třech úrovních, aby se mohly provádět spolehlivé predikce o „chování“ vytvářených učebnic (4) a modifikace, resp. korekce směřující k optimálním parametrům učebnic (5)“

Primárním cílem bakalářské práce je porovnat vybrané učebnice z hlediska didaktické vybavenosti.

Výzkum učebnic v České republice

Učebnice jsou dlouhodobě a stabilně předmětem zájmu pedagogického výzkumu. Výzkumníci mají k dispozici četné zahraniční i domácí publikace, které analyzují funkce učebnic, ukazují, jak učebnice zkoumat a hodnotit, jak učebnice tvořit a jak s nimi pracovat (např. Mikk, 2000, Průcha 1998 aj.). Učebnice, ať již v jakékoliv podobě, jsou stále součástí výuky na všech typech a stupních škol. Po liberalizaci trhu učebnic v 90. letech 20. stol. se učebnice staly atraktivním zbožím pro neustále rozšiřující se síť učebnicových nakladatelství.

Počet učebnicových nakladatelství se v současnosti blíží již sedmi desítkám a počet jimi nabízených učebnic přesahuje tisíc nejrůznějších titulů. I to je jedním z důvodů, proč je třeba učebnicím věnovat zvýšenou výzkumnou pozornost.

Na učebnice lze nahlížet z mnoha pohledů – v užším kontextu lze chápat učebnici jako produkt, kurikulární projekt či jako prostředek výuky; v širším kontextu se lze zaměřovat na procesy její tvorby, jejího schvalování, užívání, hodnocení. Považujeme za nezbytné zabývat se také problematikou metodologie výzkumu učebnic, neboť právě zde se objevuje mnoho nezodpovězených otázek, týkajících se zejména objektivnosti a spolehlivosti dat.

5.1. Zkoumání učebnic

Ve všech vyspělých zemích se dnes intenzivně diskutují problémy kvality a efektivnosti školního vzdělávání. A nejen diskutují – jsou realizovány četné projekty v oblasti evaluace vzdělávání, jimiž se různé vlastnosti vzdělávacích systémů, jejich fungování a produkci vzdělávacích systémů, jejich fungování a produkci vzdělávacích systémů, a proto se na ně zaměřuje intenzivní pozornost výzkumu. Školní učebnice jsou takovým edukačním konstruktem, který přímo ovlivňuje fungování a produkci vzdělávacích systémů, a proto se na ně zaměřuje intenzivní pozornost výzkumu. (Průcha, 1998, s. 41-42) Vedle analýz jsou dalším hlediskem také společenské požadavky kladené na tvorbu a vydávání učebnic, rodičů dětí školního věku, vzdělávajících se dospělých, širší veřejnosti právě pro něž jsou učebnice určeny. Výzkumné poznatky jsou získávány za účelem pro praktické řešení. Technologický přístup znamená, že konstruování a hodnocení učebnic je nutno zakládat na exaktních vědeckých základech, s použitím objektivních metod a kritérií. (Průcha, 1998, s. 41-42)

5.2. Proč se učebnice zkoumají

Obecnou odpovědí by mohla být formulace „výzkum si naši klienti přejí“. Klienty vzdělávacího systému jsou myšleni všichni ti, kterých se dotýká výše zmíněná problematika (např. rodiče žáků, používající školní učebnice, vzdělávající se dospělí, sami žáci či pedagogové). Všichni jmenovaní mají zájem na tom, aby školní učebnice dosahovaly co nejvyšší kvality. Jak uvádí Průcha (1998), tento jev je preferován převážně ve vztahu k posuzování nově vytvářených učebnic.

Zmiňuje se o koncepci tzv. **analýzy způsobilosti** (Bewährungsanalyse), rozšířenou od počátku 80. let 20. století převážně v bývalé NDR, která ve své podstatě poskytuje podklady k vyhodnocování toho, zda je určitá učebnice způsobilá, vhodná k plnění svých očekávaných didaktických funkcí při použití v reálných edukačních procesech ovšem ještě ve stádiu, kdy lze korigovat různé vlastnosti učebnic – tj. ve stádiu schvalování či ověřování. „Analýzy způsobilosti jsou všechny empirické a teoretické výzkumy, v nichž vznikají spolehlivá zjištění o účelné přiměřenosti učebnic a jiných školních knih, návody a podněty k zdokonalování jejich obsahového, didaktickometodického a umělecko-typografického ztvárnění (Arbeitsstandpunkte, 1982, s.117, In: Průcha 1998, s.42).

Vzhledem ke skutečnosti, že tento výzkum byl prováděn za účelem využití získaných poznatků pro praktickou potřebu (tj. konkrétních doporučení, návodů, použitelných kritérií), je možné jej klasifikovat jako tzv. **technologický přístup**. Ve zmíněném principu jde vlastně o snahu, aby výzkumné poznatky byly vytvářeny za účelem využití pro praktická řešení. (Průcha, 1998, s. 42) jej definuje jako „*Konstruování a hodnocení učebnic, které je nutno zakládat na exaktních vědeckých základech, s použitím objektivních metod a kritérií.*“

6. Použití a porovnání informací z učebnice a z jiných zdrojů

6.1. Vědecké poznatky ve fyzice

Jedním z hlavních problémů současného fyzikálního vzdělávání je stále vzrůstající objem vědeckých poznatků, diferenciací fyziky jako vědecké disciplíny, širší a komplexnost aplikací nových poznatků v technické praxi i v běžném životě. S tím kontrastuje relativně stagnující obsah a struktura didaktického systému fyziky, jehož základy se formovaly již v 19. století a některá stěžejní témata středoškolské fyziky od té doby nedoznala výraznějších změn a inovací. Tento problém má celosvětový ráz a podnítil již v 60. letech 20. století tendence označované jako modernizační hnutí v přírodovědném vzdělávání. Jeho odrazem v české škole bylo posílení některých témat tzv. moderní fyziky, za kterou se označují významné poznatky 1. poloviny 20. století z oblasti kvantové a atomové fyziky. Zcela nově se objevuje také učivo o polovodičích jako základ prudkého nástupu elektroniky do všech oblastí života. (Lepil, Svoboda, 2010, s. 247)

Rozsah a složitost vědeckých poznatků fyziky také ovlivňuje přístup k fyzikálnímu vzdělávání a koncepci. Modernizační hnutí ve fyzice směřovalo k vytvoření modelu výuky

fyziky, který by lépe odrážel současný stav vědeckého poznání a školská fyzika byla pojímána jako zjednodušený obraz fyziky jako vědy. Cílem se stal široce pojatý fyzikální obraz světa, na jehož základě by žák správně chápal děje v přírodě a jejich praktické využití. Nemožnost dosáhnout požadovaného souladu vědeckého poznání s didaktickým systémem fyziky vedl k určitému odklonu od tohoto pojetí s tím, že fyziku na základních a středních školách bychom měli prezentovat ne jako složitý a strohý vědecký systém, ale jako předmět, který popisuje a vysvětluje srozumitelným způsobem jevy okolo nás. (Lepil, Svoboda, 2010, s. 247)

6.2. Informace z internetu a z učebnice

Didaktické využití informačních zdrojů na internetu má svoje klady i zápory. ke kladům patří aktuálnost, rozmanitost, snadná dostupnost přímo ve výuce, rychlé vyhledávání informace. Využívání žákem i mimo výuku k samostatnému doplňování a prohlubování poznatků získaných ve škole nebo pro tvorbu vlastních tematických prezentací. Nezanedbatelná je i skutečnost, že se žák učí pracovat s cizojazyčnými informacemi.

K záporům didaktického využívání informačních zdrojů na internetu patří právě jejich velký objem, v němž se žák může obtížně orientovat. Přímé vkládání těchto informací do výuky spolu s použitím počítačem podporovaných technických prostředků může také vést k takovému objemu informací rychlosti jejich prezentace, že informační tok ve vyučovací hodině bude pro žáka nepříjemný. Různorodá je rovněž obsahová nebo i formální úroveň prezentovaných informací. Ty mohou být výrazně nad možnostmi žáků určité věkové a intelektuální úrovně, nebo naopak povrchní, na úrovni laické popularizace fyzikálního poznatku. Úkolem učitele pak je provést kritický výběr informace a upřesnit její význam k danému učivu. Je samozřejmé, že při tak velkém objemu informací na webu nelze vyloučit ani chybné informace.

Diskutovaným problémem je vztah informací v tištěné „papírové podobě“, mezi tradičními učebnicemi, a ve virtuální elektronické podobě. Celkově se ukazuje, že moderní technické prostředky prezentace učebních informací klasickou učebnicí nenahradí. Pro žáky je stále snazší studovat učivo z tištěného textu, v němž se rychleji orientují, učivo je zde didakticky lépe propracováno, navazují na ně kompatibilně úkoly pro žáky. Je tedy možné konstatovat, že moderní vzdělávání by se mělo odehrávat v systému navzájem vazbami propojených objektů, jimiž jsou na jedné straně učitel a žák, a na druhé straně učebnice a moderní informační zdroje. Stále nezastupitelnou roli v tomto systému má učitel, kterého by

moderní informačně komunikační technologie neměly odsoudit jen do role asistenta obsluhujícího příslušnou techniku. (Lepil, 2010b)

7. Metody výzkumu učebnic, didaktická vybavenost

7.1. Měření obtížnosti textu

Problém obtížnosti učiva je v didaktice jedním z nejaktuálnějších a také nesložitějších, v souvislosti se školní zátěží žáků, s vymezováním základního učiva. Obtížnost je souhrn vlastností textu, existující objektivně v kterémkoli textu a při procesu učení má vliv na percepci, chápání a zpracování textové informace učícím se subjektem.

- a) Měření obtížnosti verbálního textu vzorcem Mistríka
- b) Měření obtížnosti verbálního textu vzorcem Pisareka
- c) Měření terminologické obtížnosti textu učebnic
- d) Měření terminologické obtížnosti textu učebnic podle Nestlerové

(Uvádím pouze názvy metod, více v Průcha, 1989)

Tabulka č.1: Příklady: NORMY OBTÍŽNOSTI TEXTU UČEBNIC (Průcha,1989, s. 64)

učebnice ročník střední školy	doporučená max.hodnota obtížnosti (T)	zjištěná maximální hodnota obtížnosti (T)
1.roč. gymnázia	35,0	51,5 Chemie
1.roč. SOU	35,0	49,6 Fyzika A

Je samozřejmé, že mezi učebnicemi téhož ročníku budou vždy určité rozdíly v hodnotách obtížnosti, a to v závislosti na obsahu a charakteru příslušných předmětů. Přesto by ale doporučené maximální hodnoty (T) mohly být jedním z kritérií pro stanovení např. Charakteristik základního učiva v daném ročníku (Průcha, 1986)

Aparát řídící žákovo učení

Vedle aparátu prezentujícího učivo má v učebnici důležitost aparát řídící žákovo učení. Nejdůležitější prostředky aparátu řízení jsou otázky a úkoly. Jejich komplexní měření (v učebnicích zeměpisu) prováděl Wahla (1983), s použitím zejména těchto charakteristik:

- počet učebních úloh v jednotlivých učebnicích
- počet učebních úloh formulovaných jako pokyny a dotazy
- počet učebních úloh určených na procvičování a opakování
- počet učebních úloh podle požadovaných operací žáků

K této poslední charakteristice zavedl Wahla (1983, s. 53) index variability (I_v), kterým se měří využití různých typů učebních úloh, a to podle vzorce

$$I_v = PÚ/PM$$

kde $PÚ$ = počet typů učebních úloh použitých v učebnici

PM = počet možných typů učebních úloh

O některých dalších (zahraničních) metodách pro měření řídicího aparátu v učebnicích (Průcha, 1984, s. 35-37)

Analýza obtížnosti textu

Celková obtížnost a determinanty obtížnosti výkladového textu:

Tabulka č.2: Výběr z tabulky porovnání obtížnosti matematiky a fyziky (Průcha, 1989, s.98)

učebnice	T	T_p	T_s	i	h	V
Matematika I (UO SOU)	38,77	24,3	14,4	35,9%	70,1%	18,1
Matematika II (UO SOU)	38,61	29,0	9,5	39,9%	71,1%	15,9
Fyzika I (hl. předmět pro SOU)	46,73	34,4	12,3	42,1%	82,8%	17,1
Fyzika A (hl. předmět pro UO SOU)	49,57	39,7	9,8	44,8%	82,7%	13,0
Fyzika B (hl. předmět pro UO SOU)	39,59	28,7	10,8	39,0%	79,0%	12,8
Fyzika pro I.roč. gymnázia	48,17	30,5	17,6	29,9%	71,8%	16,2

Pozn: ($T_p = 30,5$) přispívá k tomu, že celkově má výklad daného tématu v této učebnici vysokou celkovou obtížnost textu ($T = 48,17$)

(Vysvětlivky k tabulce)

T = celková obtížnost h = proporce věd. a faktografických pojmů v cel. souboru slov

T_p = pojmová obtížnost i = proporce věd. a faktografických pojmů v cel. souboru pojmů

T_s = syntaktická obtížnost V = průměrná délka vět v počtu slov

$$i = 100 \cdot \frac{\sum P_2 + \sum P_3}{\sum N}$$

kde $\sum P$ = počet všech pojmů, $\sum N$ = počet všech slov

$$h = 100 \cdot \frac{\sum P_2 + \sum P_3}{\sum P}$$

kde $\sum P_2$ = počet odborných pojmů $\sum P_3$ = počet faktografických pojmů

Tato analýza se týká pouze výkladového textu ve školních učebnicích, tedy bez výkladových složek, textu úkolů, cvičení.

Složky analýzy metody měření podle K.Nestlerové

Analýza obtížnosti textu (T):

1. výběr vzorků textu z učebnice,
2. výpočet stupně syntaktické obtížnosti (Ts),
3. výpočet stupně pojmové obtížnosti (Tp),
4. výpočet stupně celkové obtížnosti (T),
5. výpočet koeficientů hustoty odborné informace (i,h),
6. interpretace výsledků analýzy

Popis jednotlivých kroků analýzy (Průcha, 1989, s. 107)

- 1) Ze zkoumané učebnice se vybere 5 vzorků, každý nejméně 200 slov tak, aby pokrývaly základní kapitoly učebnice. Vzorky se nepořizují ze začátku a z absolutního konce.
- 2) V každém vzorku se odpočítá 200 slov.
- 3) Stanoví se počet vět v každém vzorku.

Př. V učebnici Zeměpis 7 vybráno 5 vzorků:

na s. 18.....203 slov (18 vět)

na s. 47.....214 slov (14 vět)

na s. 73.....208 slov (16 vět)

na s. 102.....203 slov (20 vět)

na s. 128.....204 slov (16 vět)

Celkový soubor tedy činí: $\sum P = 1032$ slov

$\sum V = 84$ vět

Výpočet syntaktické obtížnosti

1) Výpočet se **průměrné délky věty (V)**, podle vzorce:

$$V = \frac{\sum N}{\sum V} \quad \begin{array}{l} \text{počet slov} \\ \text{počet vět} \end{array}$$

V daném příkladu je tedy $V = \frac{1032}{84} = 12,28$

2) Výpočet **průměrného počtu sloves (U)**, $U = \frac{\sum N}{\sum U}$

3) Syntaktická obtížnost textu se vypočte podle vzorce

$$T = T_s + T_p$$

4) výpočet pojmové obtížnosti

Výpočet se provádí z hodnot zjištěných pro 3 kategorie pojmů:

P1 = běžné pojmy

P2 = vědecké pojmy

P3 = faktografické pojmy

V každém vzorku se zjistí všechna podstatná jména

Př: -abstraktní a dějová (vlastnictví, poruchovost, svítání)

- zpodstatněná příd. jm. (pracující, poddaní)

- osobní jména a příjmení (Václav IV., I. Newton)

- zkratky (OSN, NASA, H₂SO₄)

Rozlišení vědeckých pojmů (P2) od jiných kategorií pojmů (P1, P2) se provádí ve sporných případech na základě:

a) rejstříku: je-li k učebnici připojen rejstřík, obsahuje zpravidla seznam vědeckých termínů vyskytujících se v dané učebnici

b) není-li k učebnici připojen rejstřík, resp. je neúplný, je nutno ověřit ve sporných případech v odborné literatuře (terminologické slovníky, nebo u odborníků)

Vypočte se celkový počet vědeckých pojmů v daném souboru

V každém vzorku se zjistí faktografické pojmy (P3)

a) vl. jm. osobní (rodná jm., příjmení, názvy živých bytostí-Karel IV., Archimédes)

b) vl. názvy lidských výtvorů a zařízení (názvy států, národů, institucí, organizací)

c) zeměpisná jména a jména přírodních jevů

Rozlišovacím znakem skupiny (a) - (c) je to, zda výraz se v textu vyskytuje s velkým písmenem- tehdy je počítán za faktografický pojem (P3)

Dvou i více slovné faktografické pojmy počítáme jako 1 pojem P3

(např. Velká francouzská revoluce = 3 slova, 1 pojem P3)

Vypočte se celkový počet faktografických pojmů v daném souboru $\sum P3$.

Všechny pojmy, které nepatří do kategorie P2 nebo P3, tvoří množinu běžných pojmů (P1). Vypočte se celkový počet běžných pojmů $\sum P1$ v daném souboru.

Pojmová obtížnost textu se vypočte podle vzorce

$$T_p = 100 \cdot \frac{\sum P}{\sum N} \cdot \frac{\sum P1 + 2 \sum P2 + 3 \sum P3}{\sum N}$$

Př: učebnice zeměpisu

$$T_p = 100 \cdot \frac{402}{1032} \cdot \frac{123 + 2 \cdot 200 + 3 \cdot 79}{1032} = 28,647$$

Výpočet celkové obtížnosti textu podle vzorce:

$$T = T_s + T_p$$

Pro učebnici Zeměpisu

$$T = 13,201 + 28,647 = 41,85$$

Výpočet koeficientů hustoty odborné informace (i, h) se provádí z hodnot zjištěných již pro T_p , podle vzorců

$$i = 100 \cdot \frac{P2+P3}{N} \qquad h = 100 \cdot \frac{P2+P3}{P}$$

Výsledky se udávají v %, koeficient (i) udává proporci vědeckých a faktografických pojmů v celkovém souboru slov, koeficienty (h) udává proporci vědeckých a faktografických pojmů v celkovém souboru pojmů.

Př: v učebnici Zeměpis bylo zjištěno

$$i = 100 \cdot \frac{200+79}{1032} = 27,03 \% \qquad h = 100 \cdot \frac{200+79}{402} = 69,4 \%$$

Interpretace výsledků analýzy

Zjištěné hodnoty rozsahu, obtížnosti a koeficientů hustoty odborné informace je možno interpretovat za účelem

a) vzájemného porovnávání školních učebnic

porovnání rozsahu a obtížnosti

b) detailního rozboru příčin nadměrného rozsahu obtížnosti jedné učebnice

lze zjistit, zda nadměrná obtížnost (T) je způsobována spíše syntaktickým faktorem (Ts) nebo spíše pojmovým faktorem (Tp) uvnitř pojmového faktoru lze zjišťovat zda je obtížnost způsobována nadměrnou proporcí pojmů vědeckých (P2) nebo faktografických (P3)

Analýza obtížnosti textu v učebnici Lepil: Fyziky pro SŠ metoda podle Nestlerové

na s. 17.....224 slov (27 vět)

na s. 43.....212 slov (26 vět)

na s. 68.....191 slov (18 vět)

na s. 101.....195 slov (20 vět)

na s. 130.....204 slov (24 vět)

Celkový soubor tedy činí: $\sum P = 1026$ slov $\sum U = 124$ sloves
 $\sum V = 115$ vět

průměrná délka věty: $V = \frac{\sum N}{\sum V} = \frac{1026}{115} = 8,92$

průměrná délka větných úseků: $U = \frac{\sum N}{\sum U} = \frac{1026}{124} = 8,27$

syntaktická obtížnost: $T_s = 0,1 \cdot V \cdot U$

$T_s = 0,1 \cdot 8,92 \cdot 8,27 = 7,38$ (nízká syn.obtížnost, srozumitelnost)

$$T_p = 100 \cdot \frac{\sum P}{\sum N} \cdot \frac{\sum +2 \sum P_2 + 3 \sum P_3}{\sum N}$$

$$T_p = 100 \cdot \frac{\sum 415}{\sum 1026} \cdot \frac{\sum 296 + 2 \sum 86 + 3 \sum 33}{\sum 1026} = 22,35$$

Výpočet celkové obtížnosti textu podle vzorce:

$$T = T_s + T_p$$

$$T = 7,38 + 22,35 = 29,73 \quad (\text{menší celková obtížnost textu})$$

Výpočet koeficientů hustoty odborné informace (i, h)

$$i = 100 \cdot \frac{P_2 + P_3}{N}$$

$$h = 100 \cdot \frac{P_2 + P_3}{P}$$

$$i = 100 \cdot \frac{126 + 33}{1026} = 11,59\%$$

$$h = 100 \cdot \frac{126 + 33}{P_{415}} = 17,19\%$$

proporce v celkovém souboru slov

proporce v celkovém souboru pojmů

**Analýza obtížnosti textu v učebnici Štoll: Fyziky pro netechnické o. SOŠ, SOU
metoda podle Nestlerové**

na s. 17.....203 slov (27 vět)

na s. 35.....219 slov (31 vět)

na s. 64.....192 slov (24 vět)

na s. 101.....217 slov (23 vět)

na s. 130.....210 slov (20 vět)

Celkový soubor tedy činí: $\sum P = 1041$ slov $\sum U = 122$ sloves

$$\sum V = 125 \text{ vět}$$

průměrná délka věty: $V = \frac{\sum N}{\sum V} = \frac{1041}{125} = 8,32$

průměrná délka větných úseků: $U = \frac{\sum N}{\sum U} = \frac{1041}{122} = 8,53$

syntaktická obtížnost: $T_s = 0,1 \cdot V \cdot U$

$$T_s = 0,1 \cdot 8,32 \cdot 8,53 = 7,1$$

$$T_p = 100 \cdot \frac{\sum P}{\sum N} \cdot \frac{\sum +2 \sum P_2 + 3 \sum P_3}{\sum N}$$

$$T_p = 100 \cdot \frac{\sum 354}{\sum 1041} \cdot \frac{\sum 204 + 2 \sum 114 + 3 \sum 36}{\sum 1041} = 17,63 \text{ (méně odborných pojmů)}$$

Výpočet celkové obtížnosti textu podle vzorce:

$$T = T_s + T_p$$

$$T = 7,11 + 17,63 = 24,74 \quad (\text{nižší celková obtížnost textu})$$

Výpočet koeficientů hustoty odborné informace (i, h)

$$i = 100 \cdot \frac{P_2 + P_3}{N}$$

$$i = 100 \cdot \frac{114 + 36}{1041} = 14,4\%$$

$$h = 100 \cdot \frac{P_2 + P_3}{P}$$

$$h = 100 \cdot \frac{114 + 36}{354} = 42,37\%$$

proporce v celkovém souboru slov

proporce v celkovém souboru pojmů

Tabulka č.3 **Vypočtené hodnoty z celkového součtu pěti částí textu**

LEPIL FYZIKA PRO SŠ										
V délka věty	U délka vět.úseku	Ts syntaxe	P1	P2	P3	P	Tp pojmová	T	i	h
8,92	8,27	7,38	296	86	33	415	22,35	29,73	7,64%	16,6 %
ŠTOLL FYZIKA PRO SOŠ, SOU netech.										
V délka věty	U délka vět.úseku	Ts syntaxe	P1	P2	P3	P	Tp pojmová	T	i	h
8,32	8,53	7,11	204	114	36	354	17,63	24,74	4,94%	17,19%

ZEMĚPIS

V délka věty	U délka vět.úseku	Ts syntaxe	P1	P2	P3	P	Tp pojmová	T	i	h
12,28	10,75	13,201	123	200	79	402	28,65	22,04	27,03%	69,40%

Př: Zeměpis

SUMA N=1032 slov SUMA V=84 vět $V = 1032/84 = 12,28$ $U = 1032/96 = 10,75$

$T_s = 0,1 \cdot 12,28 \cdot 10,75 = 13,201$ $T_p = 100 \cdot 402 / 1032 \cdot (123 + 200 + 79) = 28,647$

$T = 13,201 + 28,647 = 41,85$

$i = 100 \cdot (P_2 + P_3) / N = 200 + 79 = 27,03\%$ $h = 100 \cdot (P_2 + P_3) / P = 200 + 79 = 69,40\%$

Výsledek, který je znázorněn v tabulkách, velmi je ovlivnil menší výskyt odborných a faktografický výrazů v učebnicích fyziky.

Příklad: Na každé těleso působí gravitační síla ve směru..

V daném textu je celkem 8 slov, z toho 2 vědecké pojmy, 1 běžný pojem

Gravitační síla je dvouslovný termín, ale ve smyslu instrukcí se započítává jako P2. (Průcha, 1989) Síla, směr, rychlost. Položíme si otázku patří mezi vědecké pojmy?

Rozlišení vědeckých pojmů (P2) od jiných kategorií pojmů (P1,P2) se provádí ve sporných případech na základě: rejstříku, který obsahuje zpravidla seznam vědeckých termínů vyskytujících se v dané učebnici.

Fyziku nelze srovnávat se zeměpisem, kde jsou jiná kritéria P3 - faktografické názvy, států, měst, osob, začínající velkými písmeny, jsou zastoupeny ve větší míře v zeměpisu než ve fyzice.

TABULKA PRO POROVNÁNÍ OBTÍŽNOSTI TEXTU

Tabulka č.4 Obtížnost textu po jednotlivých kapitolách

LEPIL: FYZIKA pro SŠ	V	celkem slov	celkem vět	prům.délka počet slov ve větě	celkem sloves	prům. sloves
str.17 KINEMATIKA	V=224/27	224	27	8,29	30	7,46
str.43 DYNAMIKA	V=212/26	212	26	8,15	28	7,57
str.68 VZTAŽNÉ SOUSTAVY	V=191/18	191	18	10,6	25	7,64
str.101 POHYBY TĚLES	V=195/20	195	20	9,75	21	9,28
str.130 JEDNODUCHÉ STROJE	V=204/24	204	24	8,5	20	8,5

Tabulka č.5 Obtížnost textu po jednotlivých kapitolách

ŠTOLL: FYZIKA SOŠ, netech.	V	celkem slov	celkem vět	prům.délka počet slov ve větě	celkem sloves	prům. sloves
str.17 POHYB HMOTNÉHO BODU	V=203/33	203	27	7,51	23	8,82
str.43 PRÁCE A ENERGIE	V=219/35	219	31	7,06	32	6,84
str.64 MECHANIKA	V=192/25	192	24	8,00	22	7,68
str.99 ČÁSTICE STAVBA	V=217/27	217	23	9,43	20	10,85
str.130 ELEKTŘINA MAGNETISMUS	V=210/24	210	20	10,5	18	11,66

Ze zkoumaných učebnic bylo vybráno 5 vzorků textu. V přibližném rozsahu 200 slov. Stanoví se počet vět v každém vzorku. Pokud budeme porovnávat jednotlivé údaje v učebnicích O.Lepila a I.Štolla vycházejí přibližně stejné údaje. V učebnici I.Štolly se průměrně vyskytuje více průměrně používaných sloves a byla zde vypočtena vyšší syntaktická obtížnost, což je dáno tím, že učebnice I.Štolly obsahuje nahuštěné učivo. V učebnici je uvedeno minimum příkladů. Učebnice představuje pro žáky pouze jakýsi přehled fyziky. Rozsah dvou dílů Lepil: Fyzika I., Fyzika II. obsahuje učebnice I. Štolly Fyzika pro netechnické obory.

TABULKA PRO POROVNÁNÍ OBTÍŽNOSTI TEXTU

Tabulka č.6 Údaje pro jednotlivé kapitoly

LEPIL FYZIKA PRO SŠ				
Kapitola	P1	P2	P3	P
str.17 KINEMATIKA	73	27	6	106
str.43 DYNAMIKA	65	13	4	82
str.68 VZTAŽNÉ SOUSTAVY	52	16	4	72
str.101 POHYBY TĚLES	55	18	15	88
str.130 JEDNODUCHÉ STROJE	51	12	4	67

Tabulka č.7 Údaje pro jednotlivé kapitoly

ŠTOLL FYZIKA pro SOŠ, SOU netechnické				
Kapitola	P1	P2	P3	P
str.17 POHYB HMOTNÉHO BODU	46	23	11	80
str.43 PRÁCE A ENERGIE	27	25	4	56
str.68 MECHANIKA	39	20	12	71
str.101 ČÁSTICE STAVBA	20	25	3	48
str.130 ELEKTŘINA MAGNETISMUS	30	21	6	57

Výpočet didaktické vybavenosti podle postupu (Průcha, 1998, s. 95).

- 1) V konkrétní učebnici se zjišťuje výskyt jednotlivých strukturních komponentů. Výskyt těchto komponentů se zaznamenává do archů společně se základními údaji o učebnici

2) Na základě zjištěných hodnot se vypočítají koeficienty:

a) dílčí koeficienty didaktické vybavenosti učebnice:

- koeficient využití aparátu prezentace učiva (E I)
- koeficient využití aparátu řídicího učení (E II)
- koeficient využití aparátu orientačního (E III)
- koeficient využití verbálních komponentů (E v)
- koeficient využití verbálních komponentů (E o)

TABULKA DIDAKTICKÉ VYBAVENOSTI UČEBNICE

Tabulka č.9 **Aparát prezentace učiva v učebnicích** (Průcha, Učebnice, 1998)

strukturované komponenty
verbální komponenty
1) výkladový text prostý
2) výkladový text přehledový (přehledová schémata, tab.)
3) shrnutí učiva k celému ročníku
4) shrnutí učiva k tématům (kapitolám, lekcím)
5) shrnutí učiva k předchozímu ročníku
6) doplňující texty (dokumentační materiál, tabulky)
7) poznámky a vysvětlivky
8) podtexty k vyobrazením
9) slovníčky pojmů, cizích slov (s vysvětlením)
obrazové komponenty
1) umělecká ilustrace
2) nauková ilustrace (schematické kresby)
3) fotografie
4) mapy, kartografy, plánky, grafy, diagramy
5) obrazová prezentace barevná (jedna barva)
celkový počet komponentů
koeficienty didaktické vybavenosti

Tabulka č. 10 **Aparát řídící učení v učebnicích** (Průcha, Učebnice, 1998)

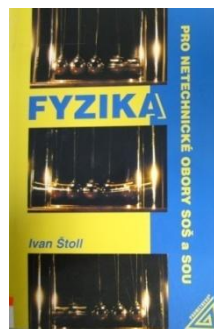
strukturované komponenty
verbální komponenty
1) předmluva pro žáky (úvod do předmětu, učiva) 2) návod k práci s učebnicí (pro žáky /učitele) 3) stimulace celková (podměty k zamyšlení, otázky) 4) stimulace detailní (podměty k zamyšlení, otázky) 5) odlišení části učiva (základní-rozšiřující, povinné) 6) otázky a úkoly za témata, lekcemi 7) otázky a úkoly k celému ročníku (opakování) 8) otázky a úkoly k předchozímu ročníku (opakování) 9) instrukce k úkolům vyšší náročnosti (experimenty) 10) náměty na mimoškolní činnost (aplikace) 11) explicitní vyjádření cílů učení pro žáky 12) autoevaluace pro žáky (testy, hodnocení výsledků) 13) výsledky úkolů a cvičení (správné odpovědi) 14) odkazy na jiné zdroje informací (doporučená lit.)
obrazové komponenty
1) grafické symboly (piktogramy, definice, zapamatování) 2) užití zvláštní barvy pro určité části učiva 3) užití zvláštního písma (tučné) 4) využití předsádky/obálky (pro schémata, tabulky)

- koeficient využití aparátu orientačního (E III)
- koeficient využití verbálních komponentů (E v)
- koeficient využití obrazových komponentů (E o)

7.2. Využití aparátu prezentace učiva



Obr.6 Lepil:Fyzika



Obr.7 Štoll:Fyzika

Tabulka č.11 **Aparát prezentace učiva v učebnicích** (Průcha,Učebnice, 1998)

strukturované komponenty	Lepil: Fyzika	Štoll: Fyzika
verbální komponenty		
1) výkladový text prostý	+	+
2) výkladový text přehledový (schémata, tab.)	+	+
3) shrnutí učiva k celému ročníku		
4) shrnutí učiva k tématům (kapitolám, lekcím)	+	+
5) shrnutí učiva k předchozímu ročníku		
6) doplňující texty (dokumentační materiál, tabulky)	+	+
7) poznámky a vysvětlivky	+	+
8) podtexty k vyobrazením	+	+
9) slovníčky pojmů, cizích slov (s vysvětlením)	+	+
obrazové komponenty		
1) umělecká ilustrace		+
2) nauková ilustrace (schematické kresby)	+	+
3) fotografie	+	+
4) mapy, kartografy, plánky, grafy, diagramy	+	+
5) obrazová prezentace barevná (jedna barva)	+	+
celkový počet komponentů	N = 11	N = 12
koeficienty didaktické vybavenosti	E I= 78,5 %	E I= 85,7 %

pozn: U některých komponentů je sporné co označit za obrázek a schéma

Komentář k didaktické vybavenosti učebnic:

Učebnice fyziky vykazují poměrně vysoké koeficienty didaktické vybavenosti. Cílem obou učebnic je zaujmout žáky, z tohoto důvodu je důležité vhodné grafické zprostředkování učiva.

7.3. Využití aparátu řídicího učení

Tabulka č.12 **Aparát řídicí učení v učebnicích** (Průcha, 1998)

strukturované komponenty	Lepil: Fyzika	Štoll: Fyzika
verbální komponenty		
1) předmluva pro žáky (úvod do předmětu, učiva)	+	+
2) návod k práci s učebnicí (pro žáky /učitele)		
3) stimulace celková (podměty k zamyšlení, otázky)	+	+
4) stimulace detailní (podměty k zamyšlení, otázky)	+	+
5) odlišení části učiva (základní-rozšiřující, povinné)	+	+
6) otázky a úkoly za témata, lekcemi	+	+
7) otázky a úkoly k celému ročníku (opakování)		
8) otázky a úkoly k předchozímu ročníku (opakování)		
9) instrukce k úkolům vyšší náročnosti (experimenty)		
10) náměty na mimoškolní činnost (aplikace)		
11) explicitní vyjádření cílů učení pro žáky	+	+
12) autoevaluace pro žáky (testy, hodnocení výsledků)	+	+
13) výsledky úkolů a cvičení (správné odpovědi)	+	+
14) odkazy na jiné zdroje informací (doporučená lit.)	+	+
obrazové komponenty		
1) grafické symboly (piktogramy, definice, zapamatování)	+	+
2) užití zvláštní barvy pro určité části učiva	+	+
3) užití zvláštního písma (tučné)	+	+
4) využití předsádky/obálky (pro schémata, tabulky)		+
celkový počet komponentů	N = 13	N = 14
koeficienty didaktické vybavenosti	E II= 72,2 %	EII= 77,7 %

- koeficient využití aparátu orientačního (E III) (Průcha, 1998, s.142)

verbální komponenty

1. obsah učebnice
2. členění učebnice na tematické bloky, kapitoly, lekce
3. marginálie, výhmaty, živá záhlaví
4. rejstřík (věcný, jmenný, smíšený)

- koeficient využití verbálních komponentů (E v)

- koeficient využití obrazových komponentů (E o)

Výpočet jednotlivých koeficientů didaktické vybavenosti:

Lepil: Fyzika pro SŠ

Štoll: Fyzika SOŠ, SOU

Koeficient využití aparátu prezentace učiva:

$$E I = (11/14) \cdot 100 = 78,6\%$$

$$E I = (12/14) \cdot 100 = 85,7\%$$

Koeficient využití aparátu řídicího učiva:

$$E II = (13/18) \cdot 100 = 72,2\%$$

$$E II = (14/18) \cdot 100 = 77,7\%$$

Koeficient využití aparátu orientačního:

$$E III = (4/4) \cdot 100 = 100\%$$

$$E III = (4/4) \cdot 100 = 100\%$$

Koeficient využití verbálních komponentů:

$$E v = (19/27) \cdot 100 = 70,4\%$$

$$E v = (19/27) \cdot 100 = 70,4\%$$

Koeficient celkové didaktické vybavenosti:

$$E o = (7/9) \cdot 100 = 78,6\%$$

$$E o = (9/9) \cdot 100 = 100\%$$

Koeficient využití aparátu prezentace učiva:

$$E = (27/36) \cdot 100 = 75\%$$

$$E = (28/36) \cdot 100 = 77,7\%$$

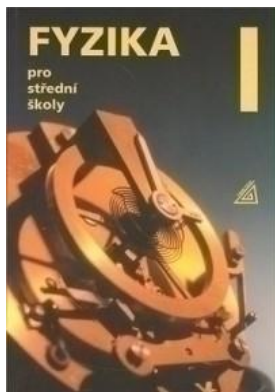
Tabulka č.12 Hodnoty jednotlivých koeficientů didaktické vybavenosti

	E I	E II	E III	E v	E o	E
Lepil: Fyzika pro SŠ	78,6%	72,2%	100%	70,4%	88,8%	75%
Štoll: Fyzika pro SOŠ	85,7%	77,7%	100%	70,4%	100%	77,7%

Obě učebnice fyziky vykazují vysokou didaktickou vybavenost, což pomáhá k lepšímu pochopení a zapamatování textu. Didaktická vybavenost E popisuje výskyt zastoupení v % jednotlivých komponentů.

7.4. Přehled údajů o porovnávaných učebnicích

Učebnice od Oldřich Lepila: **Fyzika pro SŠ** se skládá ze dvou dílů, první díl obsahuje dvě hlavní témata středoškolské fyziky mechaniku a termiku. Navazující druhý díl zpracovává učivo o kmitání a vlnění, elektřinu a magnetismus, optiku, spec. teorii relativity, fyzika částic. První díl dvoudílné učebnice fyziky, která je vhodná pro všechny typy středních škol s nižší hodinovou dotací fyziky. Vykládá fyziku jednoduchým a srozumitelným způsobem, výběr



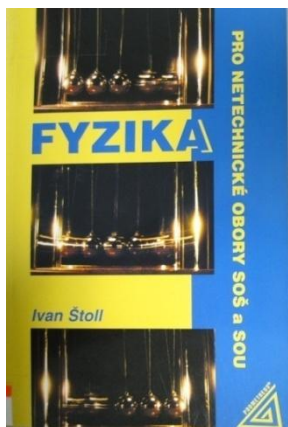
učiva a koncepce jeho zpracování umožňuje učiteli přizpůsobit text osnovám. Na konci každé kapitoly je zařazeno shrnutí učiva, které žákům usnadňuje systemizaci a zapamatování nejdůležitějších poznatků.

4. vydání učebnice je přepracované na základě připomínek mnoha učitelů, je aktualizované z hlediska technického pokroku. Text je doplněn tak, že zahrnuje všechna témata povinného učiva současných osnov fyziky pro gymnázia. Nová grafická úprava s použitím dvou

Obr.8 Lepil: Fyzika barev zlepšuje přehlednost.

Další informace: autor: Lepil Oldřich, počet stran: 268, rok vydání: 2010, vazba: paperback, ISBN: 9788071961840, EAN: 978807196184...

Učebnice Ivana Štolla: **Fyzika pro netechnické obory SOŠ a SOU**. Pro střední školy s nejnižším počtem hodin fyziky obsahuje jakési fyzikální minimum. Je rozvržena do 30



týdenních lekcí shrnutých do 5 kapitol (Mechanika, Molekulová fyzika a termika, Elektřina a magnetismus, Vlnění a optika, Atomy, jádra a částice). Výklad je velmi zhuštěný a co nejvíce oproštěný od počítání, obsahuje však i příklady, náměty k pokusům, shrnutí a otázky k opakování. Při malém rozsahu se učebnice snaží podat fyziku v co nejpritažlivější podobě, aby nebyla chápána jako okrajový předmět, ale jako jedna z velice zajímavých a důležitých součástí lidské kultury a techniky. K tomu slouží i glosy z historie fyziky a pět rozšiřujících

Obr.9 Štoll: Fyzika kapitol, které nepatří k povinnému učivu. a jsou určeny k upoutání zájmu žáků.

Další informace: autor: Lepil Oldřich, počet stran: 268, rok vydání: 2010, vazba: paperback, ISBN: 80-7196-223-6

Učebnici vhodně doplňuje publikace Příručka pro učitele fyziky na střední škole (autoři Oldřich Lepil a Emanuel Svoboda), jejímž cílem je pomoc učitelům při realizaci ŠVP. V kapitole 1 jsou shrnuty základní materiály, z nichž ŠVP vychází, a v kapitole 2 jsou přehledně uvedeny možné varianty zpracování obsahu učiva při různé hodinové dotaci fyziky. Obsáhlá je kapitola 3, která tvoří jádro příručky, a obsahuje metodické poznámky k vybraným částem učiva. Inspirací pro učitele mohou být trendy ve vývoji obsahu fyzikálního vzdělávání, metod a uvedených v kapitole 4. Příručku uzavírá výběr další studijní literatury a informačních zdrojů, z nichž lze čerpat náměty pro výuku.

7.5. Počet a porovnání zastoupení jednotlivých komponentů

Lepil: Fyzika pro SŠ

Štoll: Fyzika pro netechnické SOŠ, SOU

Porovnávané kapitoly:

Rozsah:	stránky:
Úvod	11 - 16
Kinematika	17 - 34
Dynamika	43 - 66
Mechanická práce	75 - 86
Gravitační práce	92 - 111
Mech. tuhého tělesa	112-137

Rozsah	stránky:
Úvod	9-11
Pohyb bodu	11-25
Síly	25-35
Práce, energie	42-50
Gravitační práce	51-59
Mech. pevných těles	60-73

Pozn. kapitoly jsou pod podobnými názvy

V obou učebnicích fyziky jsou porovnávány podobné kapitoly. V tabulce je vyhodnocena četnost verbálních a obrazových komponentů. Aparát řídicího učení je v obou učebnicích velmi podobný. Obsahuje komponenty motivace k učivu, otázky a úkoly na koncích kapitol. Na koncích učebnic jsou doplněny výsledky. Řízené učivo je v obou učebnicích doplněno grafickým zvýrazněním vzorců a definic modrou barvou. Cílem výkladu učiva u jednotlivých kapitol v učebnicích je podněcovat samostatné myšlení žáka a vést ho k aktivitě při procvičování učiva. Proto je prakticky za každou kapitolou zařazeno několik otázek a úloh s řešením a výsledky.

Tabulka č.13

Rozsah: Úvod do Fyziky - Mechanika tuhého tělesa

Verbální komponenty:	Lepil: Fyzika pro SŠ	Štoll: Fyzika pro SOŠ, SOU
tabulky:	4	0
shrnutí učiva:(otázky, úkoly)	42	9
doplnění		
shrnutí kapitol:	6	0
poznámky:	8	0
vysvětlivky:	80	19
slovníčky pojmů:	(uveden na konci)	(uveden na konci)
příklady:	16	12
Obrazové komponenty:		
počet fotografií:	19	11
podtexty k vyobrazení:	115	110
schematická kresba:	115	110
grafy:	12	8
diagramy:		
obrazová schémata:	schém.kresba + modrá barva	schém.kresba + modrá barva

Učebnice jsou velmi dobře zpracovány po grafické stránce, zahrnují velké množství vysvětlujících schémat a fotografií. Podtexty popisují schematické kresby. Shrnutí po každé kapitole je doplněno otázkami. Pouze počet příkladů v obou učebnicích bych očekával ve větším rozsahu. Z vlastní zkušenosti vím, že je potřeba fyziku procvičovat především na příkladech. V běžné vyučovací hodině, trvající 45 minut se dají s vysvětlením příkladů zvládnout pouze 2 -3. Poměrně často se zadávají 1-2 příklady na spočítání za domácí úkol.

8. Výsledky a diskuse

8.1. Závěr vyhodnocení

Učebnice O. Lepila: Fyzika pro SŠ, z nichž první díl jsem měl možnost podrobně prostudovat, obsahuje dvě hlavní témata středoškolské fyziky mechaniku a termiku. Výběr učiva odpovídá rozsahu odpovídající osnovám fyziky pro gymnázia.

Učebnice od I.Štolly: Fyzika pro netechnické obory SOŠ a SOU je didakticky vybavena a srozumitelnější pro žáky netechnických oborů. Učebnice je omezena rozsahem učiva z důvodu nižší hodinové dotace. Učivo je prezentováno na polovičním rozsahu než v knize O.Lepila. Výklad je velmi zhuštěný, co nejvíce oproštěný od počítání, obsahuje však i příklady, náměty k pokusům, shrnutí a otázky k opakování. Při malém rozsahu se učebnice snaží podat fyziku v co nejpřitažlivější podobě.

Pro výpočet byla použita metoda měření terminologické obtížnosti textu učebnic podle Nestlerové. Výběr vzorků v textu ovlivňuje výsledky analýzy. Průcha ve své publikaci doporučuje vybrat pokud možno text, který představuje souvislý text rovnoměrně pokrývající jednotlivé části učebnice. Obtížnost textu ovlivňuje množství odborných výrazů v jednotlivých větách. Problematické bývá někdy odlišení odborných pojmů od běžných pojmů a faktografických pojmů. Položíme si otázku: Co patří mezi vědecké pojmy? Rozlišení vědeckých pojmů (P2) od jiných kategorií pojmů (P1, P2) se provádí ve sporných případech na základě rejstříku, který obsahuje zpravidla seznam vědeckých termínů vyskytujících se v dané učebnici. Ve sporných případech je nutno opírat se o terminologické slovníky. Problematika rozlišení odborných pojmů od běžných pojmů ovlivňuje výpočty syntaktické a sémantické obtížnosti (T_s , T_p) a celkovou obtížnost (T).

V porovnání s hodnotami, které uvádí Průcha ve svých publikacích jsou hodnoty T_s , T_p , T vyšší než ty, které byly vypočítány. Lze se tedy domnívat, že k odchylkám došlo při určování odborných výrazů. Dalším argumentem může být tendence přiblížit vyučování žákům a důsledkem toho dochází ke snížení obtížnosti učebních textů. Největším problémem analýz je rozhodnout, zda jsou zjištěné hodnoty proměnných příliš vysoké, přiměřené nebo příliš nízké.

U výpočtu didaktické vybavenosti se dají předpokládat vyšší hodnoty prezentace učiva Lepil $EI = 78,6\%$, Štoll $EI = 85,7\%$. Koeficient využití aparátu řídicího učení Lepil $EI = 72,2\%$, Štoll $EI = 77,7\%$. Ostatní koeficienty orientační a verbální, mají podobné vlastnosti a jsou uvedeny v tabulce č.12.

9. Závěr

Na učebnicích lze zkoumat velké množství parametrů, podle různých metod. Byly vybrány dvě metody. Měření terminologické obtížnosti textu učebnic podle Nestlerové a výpočet didaktické vybavenosti. Metoda měření obtížnosti textu pomocí Komplexní míry obtížnosti textu viz.(Průcha, 1998), představuje upravenou metodu výpočtu. Matematické vzorce umožňují vypočítat koeficienty na základě výskytu a četností měřitelných jednotek v učebnici, zastoupených slovesy, odbornými a faktografickými výrazy.

Podle Průchy je doporučená max. obtížnost $T = 35$, zjištěná obtížnost ve Fyzice I A, SOU (tab.č.1), $T = 49,5$ didaktická vybavenost E je v mezích 70-100%. Ve své disertační práci Janoušková uvádí: Po provedení statistického zpracování výsledků měření, byla zjištěna oprávněnost tvrzení, že čím více se míra obtížnosti textu učebnice blíží ideální hodnotě, tím bohatší je její didaktická vybavenost. Závěry lze tedy formulovat i tak, že s poklesem obtížnosti textu roste zastoupení komponentů didaktické vybavenosti. (Janoušková, 2011)

Pokud bychom porovnávaly učebnice z minulých desetiletí zjistili bychom, že dochází k postupnému snižování celkové obtížnosti textu. Z tohoto důvodu také vypočtená obtížnost učebnic vychází nižší. Obě porovnávané učebnice fyziky, co týká řídicího aparátu učení jsou velmi podobné a obsahují komponenty motivace k učivu, otázky a úkoly na konci kapitol. V závěru učebnic jsou doplněny výsledky. Řízené učivo je v obou učebnicích doplněno grafickým zvýrazněním vzorců a definic modrou barvou. Cílem výkladu učiva u jednotlivých kapitol v učebnicích je podněcovat samostatné myšlení žáka a vést ho k aktivitě při procvičování učiva.

Pro výuku s nižším počtem hodin u oborů, které nejsou zaměřeny na technické odvětví je zajímavě zpracována učebnice od I.Štolly: Fyziku pro netechnické obory SOŠ a SOU, kterou bych však vhodně doplnil příklady.

Největším problémem uváděných analýz je rozhodnout, zda jsou zjištěné hodnoty proměnných příliš vysoké, přiměřené nebo příliš nízké. Obecně platná norma v tomto případě neexistuje. Jediným vodítkem jsou závěry předchozích podobných výzkumů především J. Průchy nebo M. Pluskala. Možnost srovnání, je v tomto případě ideální cestou k vyhodnocení a interpretaci výsledků.

Na závěr lze říci největší zodpovědnost ve výběru učebnice zůstává na učiteli, který svým citem pro výuku ovlivňuje její kvalitu, srozumitelnost, pochopitelnost. Učebnice se stává pro žáky zdrojem informací pro podrobnější zopakování vyučovaného předmětu a pro přípravu na další vyučující hodinu.

Seznam použité literatury :

1. GAVORA, P.: Výzkumné metody v pedagogice : Příručka pro studenty, učitele a výzkumné pracovníky, 1. vyd. Brno : Paido, 1996, 130 s., ISBN 80-85931-15-X
2. HOFER, G. et al: Výuka fyziky v širších souvislostech - názory žáků, Západočeská univerzita v Plzni,.
3. KLUVANEC, D.: SúčasnÉ trendy vo vzdelávaní. In: Sborník DIDFYZ 2000, ed. L.Zelenický, JSMF Nitra 2001, s.5/
4. LEPIL, O.: Fyzika pro SŠ, rok vydání: 2010, 268 s., Prometheus, ISBN: 9788071961840 v textu ozn. (Lepil, 2010a)
5. LEPIL, O.: Teorie a praxe tvorby výukových materiálů, Olomouc 2010, projekt, Zvyšování kvality vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů, reg. č. CZ.1.07/2.2.00/07.0074. v textu ozn. (Lepil, 2010b)
6. LEPIL, O., SVOBODA, E.: Příručka pro učitele fyziky na střední škole, 1. vyd., Praha 2007, ISBN 978-80-7196-328-8
7. MAŇÁK, J., JANÍK, T., ŠVEC V.,: Kurikulum v současné škole, 1. vyd. Brno : Paido, 2008 127 s., ISBN 978-80-7315-175-1
8. MAŇÁK, J., KLAPKO, D.: Učebnice pod lupou, Brno : Paido 2006, 123 s., ISBN 80-7315-124-3
10. PRŮCHA, J.: Učebnice: teorie a analýza edukačního média : příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky Brno : Paido, 1998, 148 s., ISBN 80-85931-49-4
11. PRŮCHA, J.: Teorie, tvorba a hodnocení učebnic : Studijní příručka 2. vyd. Praha : ..VPP, 1989 118 s.
12. ŠTOLL, I.: Fyzika pro netechnické obory SOŠ a SOU, 1. vyd., Praha, Prometheus, 2005, 253 s., ISBN 80-7196-223-6

Seznam použitých odkazů z internetu:

http://www.prometheus-nakl.cz/index.php?zobraz=detail&id_katalog=202

http://www.prometheus-nakl.cz/index.php?zobraz=detail&id_katalog=204

nakladatelství Prometheus

<http://is.muni.cz/th/15216/>

TANNENBERGOVÁ, Petra. Analýza didaktické vybavenosti učebnic dějepisu pro 6. a 7. ročník základní školy. [online]. 2012 [cit. 2013-06-04]. Disertační práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Jaroslav Vaculík. Dostupné z: <http://is.muni.cz/th/15216/pedf_d/>.

http://is.muni.cz/th/128307/pedf_d/

JANOUSKOVÁ, Eva. Analýza učebnic zeměpisu [online]. 2008 [cit. 2013-06-03]. Disertační práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Petr Chalupa. Dostupné z: <http://is.muni.cz/th/128307/pedf_d/>.

Seznam příloh:

Příloha 1.-5. Ukázky z učebnice **Lepil: Fyzika pro SŠ**

Příloha 6.-11. Ukázky z učebnice **Štoll: Fyzika pro netechnické obory SOŠ a SOU**

2.3 Rychlost hmotného bodu

Pozorujeme-li provoz motorových vozidel na silnici, vidíme, že se vozidla pohybují různými rychlostmi. Rychlost je druhá důležitá fyzikální veličina, kterou zjišťujeme u pohybu těles.

Jestliže známe dráhu s , kterou hmotný bod při pohybu urazí, a dobu t tohoto pohybu, určíme průměrnou rychlost v hmotného bodu podle vztahu:

$$v = \frac{s}{t}$$

Průměrnou rychlost hmotného bodu určíme jako podíl jeho dráhy s a odpovídající doby pohybu t .

Jednotkou rychlosti v soustavě SI je **metr za sekundu**, značka je m/s, kterou zapisujeme také $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. V dopravě měříme rychlost v jednotkách m/s nebo km/h, u kosmických lodí v km/s, při pomalých pohybech, např. při posunu nože při soustružení, v cm/min. Převodní vztahy mezi jednotkami m/s a km/h jsou

$$1 \text{ km/h} = \frac{1\,000 \text{ m}}{3\,600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \text{ m/s}, \quad 1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}.$$

Je užitečné pamatovat si, že $10 \text{ m/s} = 36 \text{ km/h}$, $20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/h}$ a $30 \text{ m/s} = 108 \text{ km/h}$.

Příklad

Automobil ujede za dobu 2 min dráhu 3 km (viz údaje v tabulce 3). Vypočítejte průměrnou rychlost automobilu.

Řešení *

$$t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}, \quad s = 3 \text{ km} = 3\,000 \text{ m}; \quad v = ?$$

Dané veličiny dosadíme do vztahu pro průměrnou rychlost hmotného

* Zadáni hodnot fyzikálních veličin při řešení úloh píšeme pod sebe, aby bylo možné přehledně upravit zadané hodnoty na nenásobné jednotky soustavy SI. V další části učebnice však budeme u řešených příkladů zapisovat zadané hodnoty z úsporných důvodů vedle sebe.

bodu a dostáváme

$$v = \frac{s}{t} = \frac{3\,000\text{ m}}{120\text{ s}} = 25\text{ m/s} = 90\text{ km/h.}$$

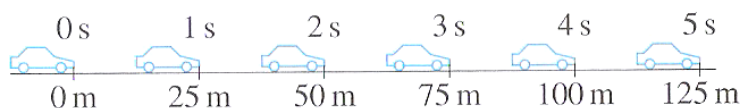
Průměrná rychlost automobilu je 90 km/h.

2

8 ohledem na rychlost hmotného bodu dělíme pohyby na rovnoměrné a nerovnoměrné.

U rovnoměrného pohybu urazí hmotný bod ve stejných a libovolně zvolených časových intervalech stejné dráhy. Proto se rychlost v jako podíl dráhy s a času t během pohybu nemění, je konstantní.

Rovnoměrný pohyb automobilu, který se pohybuje konstantní rychlostí 25 m/s, je znázorněn na obr. 2.5.



Obr. 2.5

Známe-li u rovnoměrného pohybu hmotného bodu rychlost v , snadno určíme dráhu s , kterou hmotný bod urazí za danou dobu t . Jestliže se např. automobil pohybuje stálou rychlostí 25 m/s, urazí

za dobu 1 s dráhu $25\text{ m/s} \cdot 1\text{ s} = 25\text{ m}$,

za dobu 2 s dráhu $25\text{ m/s} \cdot 2\text{ s} = 50\text{ m}$,

za dobu 3 s dráhu $25\text{ m/s} \cdot 3\text{ s} = 75\text{ m}$ atd.

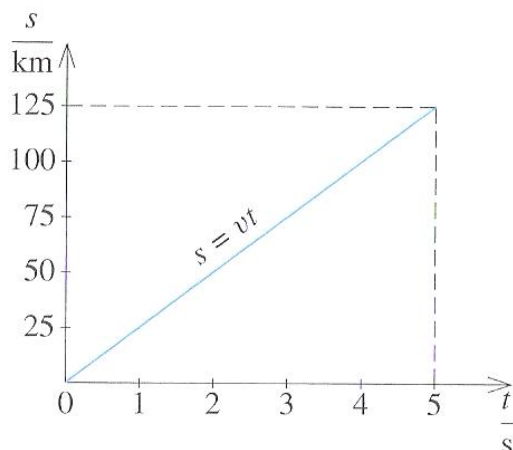
Pro dráhu rovnoměrného pohybu hmotného bodu platí tedy vztah:

$$s = vt$$

Dráha s rovnoměrného pohybu je přímo úměrná času t , kde konstanta úměrnosti je rychlost v .

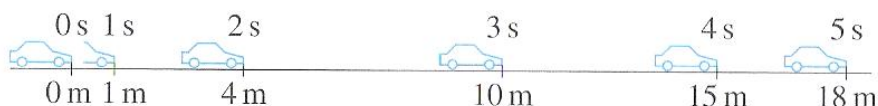
Grafem závislosti dráhy rovnoměrného pohybu hmotného bodu na čase je část přímky (obr. 2.6). Podobný graf závislosti dráhy automobilu na čase jsme poznali v předchozím článku (viz obr. 2.4). Poněvadž grafem byla také část přímky, usuzujeme, že pohyb automobilu byl po celou dobu rovnoměrný.

Nejjednodušší rovnoměrný pohyb je **přímocháry rovnoměrný pohyb**. Takový pohyb koná např. automobil jedoucí stálou rychlostí po přímé trajektorii (viz obr. 2.5).



Obr. 2.6

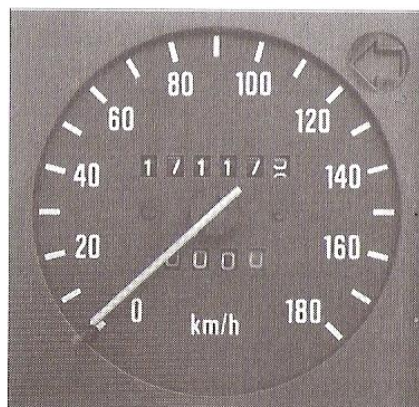
U nerovnoměrného pohybu urazí hmotný bod ve stejných časových intervalech nestejné dráhy (obr. 2.7). Rychlost v se během pohybu mění, není konstantní.



Obr. 2.7

Rychlost nerovnoměrného pohybu může mít v každém okamžiku různou hodnotu, proto mluvíme o okamžité rychlosti. **Okamžitá rychlost hmotného bodu** je rychlost, kterou má hmotný bod v určitém okamžiku v určitém místě trajektorie. Při jízdě automobilu sleduje řidič velikost okamžité rychlosti na rychloměru (obr. 2.8).

Projíždí-li automobil ulicemi města, mění okamžitá rychlost nejen svoji velikost, ale i směr. Okamžitá rychlost je tedy vektorová veličina. Znáznorňujeme ji orientovanou úsečkou, jejíž délka vyjadřuje velikost rychlosti a její poloha směr rychlosti (obr. 2.9). Okamžitou



Obr. 2.8

2.4 Zrychlení hmotného bodu

Již víme, že u nerovnoměrného pohybu hmotného bodu se jeho rychlost během pohybu mění. Fyzikální veličina, která charakterizuje **změnu rychlosti za jednotku času**, se nazývá **zrychlení**.

Zvětší-li se rychlost hmotného bodu z hodnoty v_0 na hodnotu v , pak změna rychlosti $\Delta v = v - v_0$. Jestliže k této změně rychlosti dojde za dobu t , je zrychlení hmotného bodu:

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v - v_0}{t}$$

Zrychlení a určujeme jako podíl změny rychlosti Δv a doby t , za kterou k této změně dojde.

Jednotkou zrychlení v soustavě jednotek SI je **metr za sekundu na druhou**. Její značka je m/s^2 nebo $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$, protože

$$[a] = \frac{[\Delta v]}{[t]} = \frac{\text{m/s}}{\text{s}} = \text{m/s}^2.$$

Příklad

Automobil jede rychlostí 36 km/h. V určitém okamžiku řidič „šlápne na plyn“ a během doby 30 s zvětší rychlost na 90 km/h. Určete zrychlení automobilu.

Řešení

$$v_0 = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}, v = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}, t = 30 \text{ s}; a = ?$$

Po dosazení daných hodnot do vztahu pro zrychlení dostáváme

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{(25 - 10) \text{ m/s}}{30 \text{ s}} = 0,5 \text{ m/s}^2.$$

Automobil jede se zrychlením $0,5 \text{ m/s}^2$.

Nejjednodušší nerovnoměrný pohyb je **rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb**, který koná přibližně např. volně padající těleso, rozjíždějící se vlak nebo automobil, startující letadlo nebo kosmická loď. Pro rovnoměrně zrychlený pohyb je charakteristické, že ve stejných časových intervalech se mění

3 DYNAMIKA

Dynamika studuje příčiny pohybu těles. Jestliže jsme v kinematice sledovali, jak se tělesa pohybují, pak v dynamice se budeme zabývat otázkami, **proč a za jakých podmínek** se pohybují.

Základem dynamiky jsou **tři pohybové zákony**, které před více než 300 lety formuloval anglický učenec ISAAC NEWTON*. Výklad těchto zákonů se opírá o nejdůležitější pojem dynamiky, kterým je **síla**. Však také název dynamika byl odvozen z řeckého slova *dynamis*, což znamená síla.

3.1 Síla a její účinky na těleso

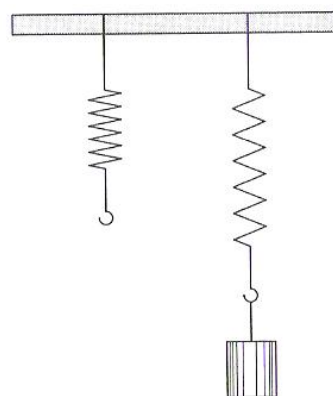
Pojem síla známe z každodenní zkušenosti. Silou svých svalů zvedáme a přemísťujeme předměty, manipulujeme s různými nástroji, měníme tvar těles, uvádíme tělesa do pohybu nebo naopak pohybující se tělesa do klidu.

Síla se projevuje vždy při vzájemném působení těles.

Zvedáme-li např. ze země plnou nákupní tašku, působí naše ruka tahovou silou na tašku směrem vzhůru a zároveň také taška tahovou silou na ruku směrem dolů. Položíme-li tašku na stůl, pak působí taška tlakovou silou na desku stolu, ale také deska stolu tlakovou silou na tašku. Podobně působí tlakovou silou naše tělo na podlahu a současně podlaha tlakovou silou na naše chodidla.

Vzájemné působení těles si ještě vyvětlíme pokusem. Na jedno vlákno zavěsíme magnet a na druhé přibližně stejně těžký ocelový předmět. Když tělesa k sobě přiblížíme, oba závěsy se odchýlí od svislého směru.

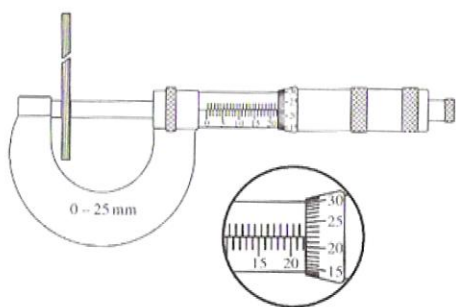
Při vzájemném působení těles může mít síla na jedno z těles, někdy i na obě tělesa, dvojí účinek. Když např. rukou



Obr. 3.1

* ISAAC NEWTON (*aisek njútn*, 1643–1727) byl nejvýznamnějším matematikem a fyzikem své doby. Kromě tří pohybových zákonů objevil zákon všeobecné gravitace, rozklad světla na spektrum, zkonstruoval zrcadlový dalekohled a do matematiky zavedl diferenciální počet.

stupnice. Tímto způsobem můžeme určit délku s přesností jedné desetiny dílku základní stupnice. Tak na obr. 1.3 splývá pátá ryska nonia, takže měřená délka je 9,5 mm. Ještě přesněji, až na setiny milimetru, můžeme měřit délky mikrometrem (obr. 1.4). Jeho základem je tzv. mikrometrický šroub s velmi malým stoupáním, takže se při úplném otočení posune jen o 0,5 mm nebo 1,0 mm. K velmi přesným měřicím metodám patří také vážení, jímž se zjišťuje hmotnost těles. Na obr. 1.5 jsou automatické digitální váhy umožňující vážit s přesností až na setiny miligramu.



1.4 Mikrometr

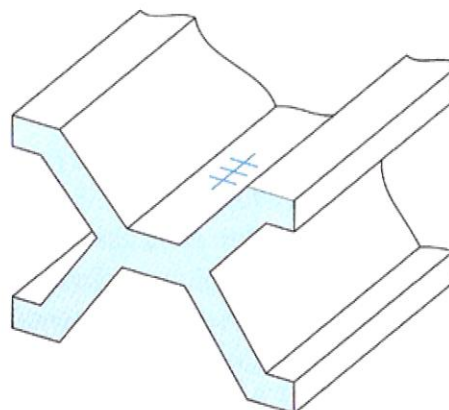


1.5 Automatické digitální váhy

■ Z HISTORIE FYZIKÁLNÍCH JEDNOTEK

Měření délek má dlouhou a zajímavou historii. Nejdříve byly jednotky délky odvozovány z rozměrů lidského těla, jako třeba palec, stopa, loket. Koncem 18. století byly ve Francii zavedeny metrické míry, jejichž základem se stal metr jako desetimiliontá část délky čtvrtiny zemského poledníku. K jeho určení bylo třeba provést mnoho měření, často za obtížných podmínek. Francouzští fyzikové měřili délku pařížského poledníku od Dunkerque až na Baleárské ostrovy, ale další výpravy prováděly délková měření v tropech i v polárních oblastech. Přitom se poznalo, že Země nemá přesně tvar koule, ale spíše zploštělého elipsoidu.

Na základě těchto měření byl zhotoven nejprve tzv. archivní metr v podobě platinové tyče, která je dnes uložena v pařížském Louvru, a později prototyp metru jako vzdálenost dvou vrypů na tyči ze slitiny platiny a iridia, kolejnicového průřezu (obr. 1.6), která se uchovává v Mezinárodním úřadě pro míry a váhy v Sèvres u Paříže. Je tam uložen

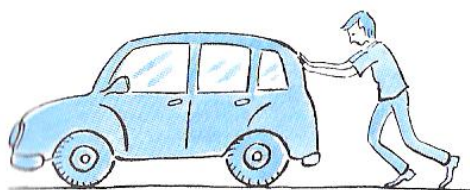


1.6 Profil mezinárodního prototypu metru

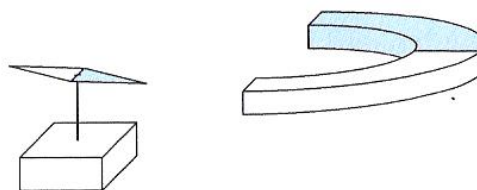
2.2 SÍLY

Většina lidí si myslí, že má-li se nějaké těleso pohybovat, musí na ně působit síla. Ve skutečnosti je to ale naopak: kdyby nebylo tření a odpor vzduchu, mohla by se tělesa pohybovat rovnoměrně přímočaře sama, **setrvačností**. Síla není příčinou pohybu, ale způsobuje **změnu pohybu**. Sílu potřebujeme k tomu, abychom uvedli těleso z klidu do pohybu, urychlili ho, zpomalili, zastavili nebo zakřivilili jeho trajektorii.

Výraz síla se používá v běžném jazyce v mnoha různých významech – mluvíme o síle svalů, síle vůle, o tom, že někdo je při síle, pracuje z posledních sil, nebo o silách přírodních či politických. **Síla** jako fyzikální veličina charakterizuje vzájemné působení dvou těles. Toto působení se může dít přímým stykem, nablízko (obr. 2.16), jako když tlačíme auto nebo když se dva automobily srazí.



2.16 Síla působící nablízko



2.17 Síla působící na dálku

Může se ale také dít prostřednictvím **silových polí**, na dálku (obr. 2.17). Tak magnet přitahuje na dálku železné předměty nebo Slunce působí gravitačními silami na planety. Síla se může projevovat **statickými účinky**, například protažením pružiny tíhou závaží nebo jako tlaková síla na podložku, ale také **dynamickými účinky**, tím, že mění velikost nebo směr rychlosti pohybujících se těles.

Pohybovými účinky sil se zabývá **dynamika** a její základní zákony zformuloval v roce 1687 Isaac Newton.

■ NEWTONOVO JABLKO

Isaac Newton (nůtn; 1643–1727) byl jeden z největších fyziků, tvůrce vědecké mechaniky. Narodil se na samotě Woolsthorpe severovýchodně od Londýna, studoval a učil na univerzitě v Cambridgi a působil v Londýně jako člen a později prezident Královské společnosti. Za morové epidemie 1665–1667 se uchýlil do rodné vsi, kde promýšlel své vědecké objevy. Tehdy mu prý spadlo na hlavu i pověstné jablko, které ho přivedlo na myšlenku



Isaac Newton

Příloha 7 Ukázka z učebnice **Štoll: Fyzika pro netechnické obory SOŠ a SOU**

ku všeobecné gravitace. V r. 1687 vydal knihu *Matematické základy přírodní filozofie*, kde uvedl své pohybové zákony a zákon gravitační a vytvořil i novou matematickou metodu počítání s nekonečně velkými a nekonečně malými veličinami zvanou infinitezimální počet. Newton také poprvé dokázal, že bílé světlo je složeno z barevného spektra, a vysvětlil zbarvení duhy. Byl pochován s velkými poctami ve Westminsterském opatství v Londýně.

První Newtonův pohybový zákon je **zákon setrvačnosti**⁵ a zní takto:

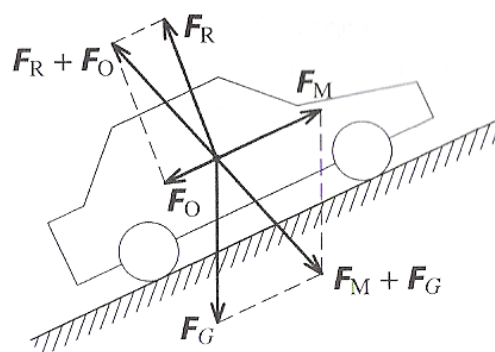
Každé těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, dokud není vnějšími silami donuceno tento svůj stav změnit.

Ze zkušenosti víme, že těžké těleso, které je v klidu, je nesnadné uvést naráz do pohybu, že musíme zpravidla na ně působit silou delší dobu. Položíme-li například sklenici s vodou na list papíru ležící na stole a budeme papír pomalu táhnout, bude se sklenice pohybovat s ním. Jestliže ale list papíru rychle podtrhneme, sklenice zůstane na místě, setrvačnost jí nedovolí dát se okamžitě do pohybu.

Podle zákona setrvačnosti by se těleso jednou uvedené do pohybu stále pohybovalo rovnoměrným přímočarým pohybem, pokud by na něj nepůsobily síly. Takovému tělesu říkáme **izolované**. Skutečně izolované těleso budeme ovšem v praxi těžko hledat; muselo by být vzdáleno od všech ostatních těles, aby na ně tato tělesa nemohla působit. Síla je však vektorová veličina a působí-li na těleso více sil, můžeme je sčítat jako vektory. Proto se může stát, že na těleso sice působí síly, ale jejich výslednice je nulová. Potom se těleso bude podle zákona setrvačnosti pohybovat rovnoměrně přímočaře.

Na obr. 2.18 vidíme auto jedoucí stálou rychlostí po rovné stoupající silnici. Působí na ně čtyři síly: tažná síla motoru \mathbf{F}_M , tíhová síla \mathbf{F}_G , síla tření pneumatik o vozovku a odporu vzduchu, která jeho pohyb brzdí, \mathbf{F}_O a síla reakce \mathbf{F}_R vozovky působící kolmo k povrchu. Sečteme-li, jak je ukázáno na obrázku, postupně všechny čtyři síly podle pravidla rovnoběžníku, dostaneme dílčí výslednice $\mathbf{F}_M + \mathbf{F}_G$ a $\mathbf{F}_O + \mathbf{F}_R$. Zjistíme, že jsou stejně velké a opačného směru, takže se vzájemně vyruší. Výslednice všech čtyř sil je tedy nulová; kdyby nebyla, auto by se buď zrychlovalo, nebo zpomalovalo. Podobně při pádu parašutisty nebo dešťové kapky jsou tíhová síla a síla odporu vzduchu vzájemně vyrovnány, takže se parašutista nebo déšť snáší rovnoměrným přímočarým pohybem.

⁵ Zákon setrvačnosti objevil už před Newtonem Galileo Galilei.



2.18 Při rovnoměrném přímočarém pohybu automobilu je výsledná síla, která na něj působí, nulová

Víme, že pohyb těles vždycky vztahujeme k nějaké vztažné soustavě. Jestliže zjistíme, že v takové soustavě zákon setrvačnosti platí a tělesa, na něž působí nulová výsledná síla, jsou v klidu nebo se pohybují rovnoměrně přímočaře, nazýváme ji **inerciální vztažná soustava** (z lat. *inercia*, setrvačnost).

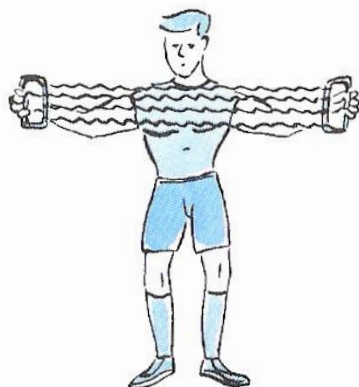
Existují i neinerciální vztažné soustavy, kde na tělesa působí zvláštní síly zvané setrvačné. Neinerciální je třeba soustava spojená s brzdícím vozidlem, kdy setrvačná síla vrhá cestující ve směru jízdy. Také vztažná soustava spojená s otáčejícím se kolotočem je neinerciální. Budete-li se snažit na takovém kolotoči běhat, bude na vás působit jednak setrvačná síla odstředivá, která se vás bude snažit vymrstit z kolotoče ven, jednak síla zvaná Coriolisova, která vás bude při běhu odklánět doprava (otáčí-li se kolotoč proti směru pohybu hodinových ručiček). Coriolisova síla působí i na rotující zeměkouli, kde ovlivňuje směr pasátních větrů a mořských proudů, vyvolává tornáda a způsobuje, že pravé břehy řek tekoucích na severní polokouli ve směru poledníku jsou strmější a více podemlety.

Druhý Newtonův pohybový zákon nazývaný také **zákon síly** se zabývá situací, kdy na těleso v nějaké inerciální vztažné soustavě působí jiná tělesa silami. Bude-li výslednice těchto sil nenulová, bude se těleso pohybovat rovnoměrně zrychleným pohybem ve směru působící výslednice sil. Přitom:

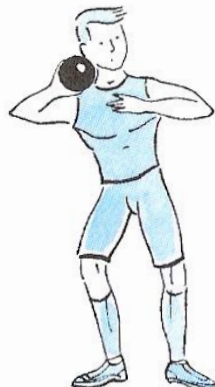
Velikost zrychlení tělesa je přímo úměrná velikosti výsledné síly, která na těleso působí a nepřímo úměrná hmotnosti tělesa. Zrychlení má stejný směr jako výsledná působící síla.

Tento zákon se zabývá pohybovým účinkem síly \mathbf{F} působící na těleso určité hmotnosti m . **Síla** a **hmotnost** jsou základní fyzikální pojmy, o nichž máme představu ze zkušenosti. Představu síly nejčastěji spojujeme s činností našich svalů (obr. 2.19), o hmotnosti mluvíme buď, když se snažíme nějaké těleso uvést do pohybu (například vrhnout kouli jako na obr. 2.20), nebo když se ho snažíme zvednout ze země. Čím má těleso větší hmotnost, tím je to obtížnější.

Newtonův zákon síly říká, že budeme-li roztláčet dva vozíky tak, aby měly stejnou rychlost, a je-li druhý z vozíků dvakrát hmotnější než první, musíme na druhý vozík působit dvakrát větší silou než na první.

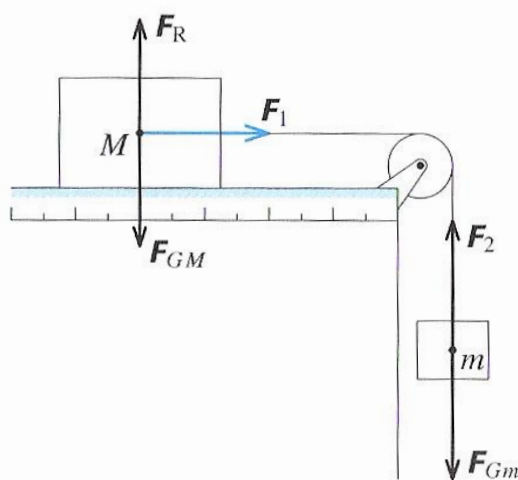


2.19 Síla našich svalů



2.20 Vrh koule

Na obr. 2.21 vidíme náčrt jednoduchého experimentálního uspořádání, na němž můžeme Newtonův zákon síly ověřovat. Na hladké ploše může klouzat těleso o hmotnosti M , při čemž je taženo vodorovnou silou F_1 . Tuto sílu vyvolává malé závaží hmotnosti m zavěšené na konci vlákna vedeného přes kladku. Hmotnost závaží je přitom mnohem menší než hmotnost tělesa. Pomocí délkové stupnice a hodinek můžeme měřit zrychlení tělesa ze vztahu $a = 2s/t^2$. Zvětšíme-li hmotnost závaží na dvojnásobek, bude působící síla dvakrát větší a zrychlení tělesa se přibližně zdvojnásobí. Bude-li naopak hmotnost tělesa dvojnásobná při stejné působící síle, bude zrychlení přibližně poloviční. Přibližně proto, že nebereme v úvahu pohyb závaží, byť malého. Přesnější výpočet provedeme dále.



2.21 Ověření zákona síly

Zákon síly můžeme matematicky napsat jako

$$a = \frac{F}{m} \quad \text{neboli} \quad ma = F,$$

kde F je velikost síly, a velikost zrychlení a m je konstanta úměrnosti, která se rovná hmotnosti tělesa. Hmotnost je tedy mírou setrvačnosti tělesa – čím má těleso větší hmotnost, tím větší síla je třeba k tomu, abychom mu udělili požadované zrychlení.

Síla, stejně jako zrychlení, je vektor, má určitou velikost a směr. Jednotka síly je **newton** (N), $\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$. Působíme-li na těleso hmotnosti 1 kg silou o velikosti 1 N, uvedeme ho do pohybu se zrychlením velikosti $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Síla, s níž se nejčastěji setkáváme, je způsobována zemskou přitažlivostí a říkáme jí **tíhová síla**. Tato síla vyvolává volný pád s tíhovým zrychlením $g \approx 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, má velikost $F_G = mg$ a působí svisle dolů. Pokud těleso nemůže padat, je zavěšeno nebo leží na podložce, projeví se tíhová síla jako **tíha tělesa** v podobě síly tahové nebo tlakové. Těleso přitom působí svislou tahovou silou na závěs a tlakovou silou na podložku. Zároveň ovšem závěs působí na těleso v bodě zavěšení stejně velkou silou opačného směru a stejně tak podložka působí na těleso opačnou silou v místě opory. Budeme-li držet v ruce těleso o hmotnosti 1 kg, budeme překonávat tíhovou sílu 9,81 N, tedy přibližně 10 N, která ho přitahuje k zemi.

Nyní můžeme přesněji vypočítat, s jakým zrychlením se bude pohybovat těleso hmotnosti M na obr. 2.21. Působí na ně zřejmě tři síly – síla tíhová F_{GM} , síla reakce podložky F_R a vodorovná síla tahu vlákna F_1 . Protože obě styčné plochy považujeme za dokonale hladké, nebereme v úvahu sílu tření tělesa o podložku ani odpor vzduchu.⁶ Výslednice uvažovaných tří sil bude zřejmě rovna síle F_1 . Na závaží hmotnosti m působí tíhová síla $F_{Gm} = mg$ ve svislém směru dolů a vzhůru tahová síla vlákna F_2 , takže výsledná síla bude mířit svisle dolů a bude mít velikost rozdílu těchto dvou sil. Velikost tahové síly je podél celého vlákna stejná, takže $F_1 = F_2 = F$. Je také zřejmé, že těleso i závaží se budou pohybovat se zrychlením téže velikosti, těleso vodorovně doprava a závaží svisle dolů. Z Newtonova zákona síly použitého postupně na těleso a závaží tak dostáváme dvě rovnice (říká se jim pohybové rovnice)

$$Ma = F, \quad ma = mg - F.$$

Jsou to dvě rovnice o dvou neznámých a a F . Jejich řešením dostaneme

$$a = \frac{m}{M+m}g, \quad F = \frac{Mm}{M+m}g.$$

⁶ Uvedené tři síly působí v různých bodech tělesa – tíhová síla v těžišti, síla reakce podložky v místě dotyku a tahová síla vlákna v bodě, kde je vlákno upevněno. Síly si však můžeme myslet posunuty tak, aby všechny působily v jednom bodě, např. v těžišti, a pak je počítat jako vektory.

